C. Ispas
I. A. Ionescu
C. I. Ionescu
V. A. Lazarovici
N. T. Andriescu

ERGONOMIA mașinilor-unelte

Editura tehnică

Lucrarea, structurată în 12 capitole, prezintă cele mai importante aspecte ergonomice și furnizează unui cerc larg de specialiști cunoștințele necesare pentru înțelegerea, asimilarea și aplicarea lor în domeniul mașinilor-unelte.

Cuprinde: Ergonomia — o știință pentru om; Influența condițiilor de muncă asupra omului; Aspectele ergonomice ale mașinilor-unelte; Amplasarea elementelor de comandă manuală; Forma elementelor de comandă manuală și „la picior"; Eforturile de acționare a elementelor de comandă manuală; Solicitări psihologice în procesul lucrului la mașinile-unelte; Zgomotul mașinilor-unelte și nocivitatea sa; Vibrațiile mașinilor-unelte și efectul lor asupra organismului uman; Estetica și ergonomia mașinilor-unelte; Problematica securității și protecției muncii la mașinile-unelte.

Cartea se adresează proiectanților din domeniul mașinilor-unelte și SDV-urilor, specialiștilor care organizează și conduc secțiile de prelucrare prin așchiere, iar, prin numeroasele exemple de raționalizare și eficientizare a eforturilor în activitatea practică, ea este utilă și muncitorilor din domeniul construcțiilor de mașini.

Redactor: Ing. **Victoria Popescu**
Tehnoredactor: **Elena Geru**
Coperta: **Valentin Vișan**

Bun de tipar : 10.03.1984 Coli de tipar: 16
C.Z. 621.9: 331.022

I. P. Informația
Str. Brezoianu nr. 23—25
București

Scanned with OKEN Scanner

MACHINE—TOOL ERGONOMY

The paper provides the machine building specialist with some basic ergonomical elements required for optimizing the solutions of turning to a better account the human potential entailed by machine-tool utilization.

While presenting the influence of the working conditions on man, the reader is informed on the importance of human body position during work, the physical environment parametres (illumination, noise and vibration levels), the microclimate factors (temperature, humidity, air droughts), the pollution factors (gases, fumes, vapurs, smoke, dust, etc.), the psychosocial conditions.

Special attention has been given to the location and ergonomical shape of the manual controls specific for machine-tools.

Special sections are dedicated to presenting the biological and psychological stresses and their role in approaching the complex problems of adapting the machine-tools to man possibilities, his physical, psychical and intellectual capacity.

The paper can be used in rationalizing and making more efficient man efforts in his every day activity carried out with tools, machines and equipments.

CONTENTS

1. Ergonomics — A Science for Man
2. Influence of Working Conditions on Man
3. Ergonomical Aspects Related to Machine-Tools
4. Location of Manual Controls
5. Shape of Hand and Foot Controls
6. Efforts Required for Manual Controls Operation
7. Biological Stresses in the Machine-Tool Servicing Process
8. Psychological Aspects Related to Machine-Tool Ergonomy
9. Machine — Tool Noise and Its Harmfulness
10. Machine-Tool Vibrations and Their Effect on the Human Body
11. Machine Tool Ergonomy and Aesthetics
12. Problems Related to Machine Tool Labour Safety and Security

Scanned with OKEN Scanner

L'ERGONOMIE DES MACHINES-OUTILS

L'ouvrage présente les aspects ergonomiques essentiels nécessaire aux spécialistes du domaine de la construction mécanique afin de rendre optimales les solutions de mise en valeur du potentiel humain lors de l'utilisation des machines-outils.

En présentant l'influence des conditions de travail sur l'homme, le lecteur est informé de l'importance de la posture pendant le travail, des paramètres de l'environnement (la qualité de l'éclairage, le niveau du bruit et des vibrations), des facteurs de microclimat (température, humidité, courants d'air), des facteurs de pollution (gaz, fumée, vapeurs, poussière etc.), des conditions d'ambiance psycho-sociale.

Une attention particulière est accordée à l'emplacement et à la forme ergonomique des éléments de commande manuelle spécifiques aux machines-outils.

Des chapitres spéciaux sont dédiés a la présentation des sollicitations biologiques et psychologiques qui abordent les problèmes complexes de l'adaptation des machines-outils aux possibilités de l'homme, à sa capacité physique, psychique et intellectuelle.

Du fait de son contenu, l'ouvrage peut être utile pour l'organisation scientifique et pour rendre efficients les efforts dans l'activité pratique de l'homme, déployée quotidiennement avec les outils, les machines et les outillages.

SOMMAIRE

1. L'ergonomie — une science pour l'homme.
2. L'influence des conditions de travail sur l'homme.
3. Les aspects ergonomiques des machines-outils.
4. L'emplacement des éléments de commande manuelle.
5. La forme des éléments de commande manuelle et „au pied".
6. Les efforts d'actionnement des éléments de commande manuelle.
7. Les sollicitations biologiques dans le processus du service aux machines-outils.
8. Les aspects psychologiques dans l'ergonomie des machines-outils.
9. Le bruit des machines-outils et sa nocivité.
10. Les vibrations des machines-outils et leur effet sur l'organisme humain.
11. L'esthétique et l'ergonomie des machines-outils.
12. Le problème de la sécurité et de la protection du travail aux machines-outils.

Scanned with OKEN Scanner

ÖRGONOMIE DER WERKZEUGMASCHİNEN

Vorliegender Beitrag stellt einige für die Spezialisten auf dem Gebiet des Maschinenbaus bei der Optimierung der Lösungen für die Auswertung des menschlichen Potentials bei der Anwendung von Werkzeugmaschinen erforderlichen őrgonomischen Aspekte dar.

Ausgehend vom Einfluss der Arbeitsbedingungen auf den Menschen wird der Leser über die Bedeutung der Kőrperstellung während der Arbeit, der Parameter der physischen Umgebung (Qualität der Beleuchtung, Geräusch-und Schwingungspegel), der Mikroklimafaktoren (Temperatur, Feuchtigkeit, Luftströmungen), der Umweltverschmutzung (Gase, Rauch, Dämpfe, Staub usw.) sowie auch der psychisch-sozialen Umgebungsverhältnisse informiert.

Eine besondere Aufmerksamkeit wurde der Anordnung und őrgonomischen Form der werkzeugmaschinenspezifischen Handsteuerungselemente geschenkt.

Einige Sonderkapitel sind der Darstellung der biologischen und psychologischen Beanspruchungen gewidmet, anhand derer die komplexen Fragen der Werkzeugmaschinenanpassung an den Mőglichkeiten des Menschen, an seinen physischen, psychischen und intellektuellen Fähigkeiten behandelt werden.

Auf Grund seines Inhaltes kann der Beitrag für die Rationalisierung und wirksamere Gestaltung der Bemühungen in der vom Menschen täglich mit Werkzeugen, Einrichtungen, Maschinen und Anlagen entfaltenen Tätigkeit dienlich sein.

INHALT

1. Die Örgonomie — eine Wissenschaft für den Menschen
2. Der Einfluss der Arbeitsbedingungen auf den Menschen
3. Örgonomische Aspekte bezüglich der Werkzeugmaschinen
4 Anordnung der Handsteuerungselemente
5. Form der Hand-und Fusssteuerungselemente
6. Betätigungsaufwand der Handsteuerungselemente
7. Biologischen Beanspruchungen Im Prozess der Werkzeugmaschinenbedienung
8. Psychologischen Aspekte in der Werkzeugmaschinenörgonomie
9. Werkzeugmaschinengeräusch und seine schädlichen Auswirkungen
10. Werkzeugmaschinenschwingungen und ihre Auswirkungen auf den menschlichen Organismus
11. Ästhetik und Örgonomie der Werkzeugmaschinen
12. Problematik der Betriebssicherheit und des Arbeitsschutzes bei Werkzeugmaschinen

Scanned with OKEN Scanner

ЭРГОНОМИЯ СТАНКОВ

В работе приведены основные эргономические аспекты, необходимые специалистам машиностроительной области для оптимизации решений по использованию возможностей человека при применении станков.

Ознакомясь со влиянием условий работы на человека, читатель проинформируется о значении положения во время работы, параметров окружающей среды (качество освещения, уровень шума и колебаний) факторов микроклимата (температура, влажность, воздушные токи), факторов загрязнения воздуха (газы, дым, пар, пыль и т.д.), а также условий общественно-психологической среды.

Особое внимание уделено эргономическому расположению и форме элементов ручного управления, специфических для станков.

Специальные разделы посвещены представлению биологической и психологической загруженности, посредством которых рассматриваются вопросы приспосабливания станков к возможностям человека — физической, психической и интелектуальной.

Благодаря своему содержанию, работа может быть полезной для рационализации и повышении эффективности усилий в практической ежедневной работе, проводимой человеком с использованием инструмента, машин, оборудования, приспособлений.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Эргономия — наука для человека.
2. Влияние рабочих условий на человека.
3. Эргономические аспекты станков.
4. Расположение элементов ручного управления.
5. Форма элементов ручного управления и управления „от ноги".
6. Усилия для привода элементов ручного управления.
7. Биологическая загруженность в процессе обслуживания станков.
8. Психологические аспекты в эргономии станков.
9. Шум станков и его вредность.
10. Колебания станков и его эффект на человеский организм.
11. Эстетика и эргономия станков.
12. Вопросы безопасности и охраны труда на станках.

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Ergonomia, știință interdisciplinară care studiază relațiile dintre om, mașină și mediul de muncă, capătă, în condițiile dezvoltării forțelor de producție din țara noastră, o importanță deosebită. Prin natura preocupărilor sale, ergonomia își propune să identifice căile de îmbunătățire a metodelor, mijloacelor și mediului de muncă în concordanță cu posibilitățile omului, cu capacitatea multilaterală a ființei sale.

În ergonomie se desfășoară o activitate de sinteză pe baza unor noțiuni și principii din tehnică, economie, biologie, fiziologie, psihologie, patologie și sociologie, cu care se studiază posibilitățile valorificării optime a potențialului uman în procesul muncii.

Deși este o știință în formare, ergonomia a acumulat deja, pe plan național și internațional, un ansamblu de elemente teoretice și practice, utilizabile în proiectarea mașinilor, utilajelor, instalațiilor, uneltelor și sculelor, în organizarea locurilor de muncă a secțiilor de prelucrare, în stabilirea condițiilor optime de muncă pentru om. Prin aplicarea practică a metodelor ergonomiei se realizează diminuarea solicitărilor fizice, cerebrale și psihice ale personalului muncitor, ceea ce contribuie la creșterea productivității muncii și la micșorarea numărului de accidente.

Lucrarea, elaborată de un colectiv larg, multidisciplinar, abordează cele mai importante aspecte ale problemelor ergonomice și furnizează unui cerc larg de specialiști cunoștințele necesare pentru înțelegerea, asimilarea și aplicarea noțiunilor de ergonomie.

Prin îndeplinirea acestor deziderate se răspunde sarcinilor trasate de Congresul al XII-lea al P.C.R. privind mărirea productivității muncii, îmbunătățirea calității produselor, creșterea indicelui de utilizare a utilajelor, asigurarea unor condiții optime de munică, diminuarea numărului accidentelor de muncă etc.

În lucrarea de față, autorii încearcă, folosind cercetările întreprinse pînă în prezent de diverși cercetători din țară și străinătate, cît și experiența proprie, să pună la îndemîna proiectanților de mașini-unelte și S.D.V.-uri, a utilizatorilor, principii și modalități de concepere, prin care se iau în considerare solicitările fizice, intelectuale și psihice ale muncitorilor.

Structurată în 12 capitole, lucrarea prezintă elementele ergonomiei de concepție și ale ergonomiei de corecție, necesare specialiștilor din domeniul con-

Scanned with OKEN Scanner

strucțiilor de mașini în optimizarea soluțiilor de valorificare a potențialului uman în utilizarea mașinilor-unelte.

Prezentîndu-se influența condițiilor de muncă asupra omului, cititorul este informat asupra importanței posturii în timpul muncii, a parametrilor ambianței fizice (calitatea iluminatului, nivelul zgomotului și vibrațiilor), a factorilor de microclimat (temperatură, umiditate, curenți de aer), a factorilor de poluare (gazele, fumul, vaporii, praful etc.), a condițiilor de ambianță psiho-socială.

O importanță cu totul particulară se acordă amplasării și formei elementelor de comandă manuală specifice mașinilor-unelte, analizate din punctul de vedere al solicitărilor posturale la care este supus operatorul în timpul folosirii mașinilor-unelte. Se fac recomandări privind suprafețele optime de dispunere a elementelor de comandă și se indică formele ergonomice ale roților de mînă, mînerelor, manetelor, manivelelor, butoanelor de comandă și pedalelor. În același context se prezintă și eforturile de acționare a elementelor de comandă manuală, caracterizate prin mărime, frecvență, direcție și sensul de acționare, mîna sau piciorul cu care se acționează. Se fac referiri asupra modalităților optime de urmărire a funcționalității mașinilor-unelte prin tamburi gradați, scale și aparate indicatoare.

Capitole speciale sînt dedicate prezentării solicitărilor biologice și psihologice în procesul de lucru la mașinile-unelte. În cadrul acestor capitole se explică pe larg consumul de energie umană în procesul muncii, cauzele oboselii și influența ei asupra randamentului activității omului, factorii cognitivi, factorii motorii, de personalitate și motivație, implicați în utilizarea mașinilor-unelte. Fiecare capitol abordează problemele complexe ale adaptării, din punct de vedere biologic și psihologic, a mașinilor-unelte la posibilitățile omului, la capacitatea sa fizică, psihică și intelectuală.

Alte două capitole tratează efectul zgomotului și vibrațiilor asupra organismului uman și prezintă principalele mijloace de protecție fonică și antivibratorie a omului, care lucrează la mașina-unealtă. De asemenea, s-a considerat utilă prezentarea succintă a implicațiilor esteticii mașinilor-unelte în conceperea ergonomică a acestei categorii de mașini de lucru.

Ultimul capitol este destinat problematicii securității și protecției muncii în procesul prelucrării pe mașini-unelte. Alături de principiile cu caracter general, capitolul prezintă normele și recomandările de protecția muncii pentru principalele tipuri de mașini-unelte.

Lucrarea, prin întreg conținutul ei, este adresată inginerilor proiectanți din domeniul mașinilor-unelte și S.D.V.-urilor, ea putînd fi utilizată și de specialiștii care organizează și conduc secțiile de prelucrare prin așchiere în întreprinderile constructoare de mașini. Lucrarea se adresează și muncitorilor, prin numeroasele exemple de raționalizare și eficientizare a eforturilor în activitatea practică ce o desfășoară zilnic cu unelte, scule, mașini și utilaje.

Autorii aduc mulțumiri Editurii Tehnice, care prin îndrumările date, a contribuit la efortul nostru comun de a elabora această lucrare.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINSUL

1. Ergonomia — o ştiinţă pentru om 15

1.1. Preocupările şi definiţia ergonomiei 15

1.2. Scopul investigaţiilor ergonomice 16

2. Influenţa condiţiilor de muncă asupra omului 19

2.1. Postura în timpul muncii 19

2.2. Condiţii de mediu fizic 21

2.2.1. Iluminatul la locul de muncă 21

2.2.2. Factorii de microclimat 27

2.2.3. Zgomotul şi vibraţiile 28

2.2.4. Factorii de poluare a mediului 29

2.3. Condiţiile de ambianţă psiho-socială 29

3. Ergonomia maşinilor-unelte. Aspecte ergonomice 30

3.1. Particularităţile maşinilor-unelte 30

3.2. Sistemul ,,om-maşină-unealtă'' 32

3.2.1. Sisteme convenţionale 33

3.2.2. Sisteme semiautomate 36

3.2.3. Sisteme automate 36

3.3. Aspectele ergonomice ale maşinilor-unelte 37

4. Amplasarea elementelor de comandă manuală 43

4.1. Criterii de amplasare a elementelor de comandă manuală 43

4.1.1. Dimensiunile antropometrice 43

4.1.2. Zonele spaţiale de acţionare 47

4.1.3. Criterii de amplasare 49

4.2. Suprafaţa optimă de amplasament a elementelor de comandă manuală . . . 50

4.3. Determinarea amplasamentului elementelor de comandă manuală 62

4.3.1. Determinarea coeficientului de amplasament 62

4.3.2. Determinarea nivelului mediu de solicitare 64

4.4. Frecvenţa de acţionare a elementelor de comandă manuală 69

Scanned with OKEN Scanner

5. Forma elementelor de comandă manuală şi „la picior" 71

5.1. Roţile de mînă (volante) 72
5.2. Mînere 89
5.3. Manete 95
5.4. Manivele 96
5.5. Butoane 97
5.5.1. Butoane acţionate prin apăsare 97
5.5.2. Butoane acţionate prin rotire 99
5.5.3. Întrerupătoare basculante 102
5.6. Elemente de comandă acţionate „la picior" (pedale) 102
5.7. Tamburi gradaţi, scale şi aparate indicatoare 103
5.7.1. Marcarea diviziunilor (gradaţiilor) 104
5.7.2. Marcarea cifrelor şi literelor 105
5.7.3. Aparatele indicatoare 105
5.7.4. Iluminarea locală a scalelor 107
5.8. Simboluri utilizate pentru plăcile indicatoare 108

6. Eforturi de acţionare a elementelor de comandă manuală 112

6.1. Importanţa eforturilor de acţionare a elementelor de comandă manuală în cadrul activităţii productive 112
6.2. Criterii de determinare a eforturilor admisibile 113
6.2.1. Influenţa antropometriei şi poziţiei operatorului 113
6.2.2. Analiza variaţiei forţelor de acţionare 116
6.3. Influenţa frecării 118
6.4. Dimensionarea elementelor de comandă manuală după criteriul forţei de acţionare 123
6.5. Analiza eforturilor de acţionare la unele maşini-unelte 127

7. Solicitări biologice în procesul lucrului la maşinile-unelte 137

7.1. Generalităţi 137
7.2. Solicitarea energetică profesională 138
7.2.1. Contracţia musculară şi formele sale 138
7.2.2. Măsurarea energiei consumate de organism într-o activitate profesională . 143
7.3. Solicitarea posturală 147
7.3.1. Postura ortostatică 148
7.3.2. Postura şezîndă 152
7.4. Oboseala şi influenţa ei asupra folosirii utilajelor 154
7.5. Rolul îmbunătăţirii utilajului în optimizarea performanţei omului în producţie . 158

8. Aspecte psihologice în ergonomia maşinilor-unelte 160

8.1. Munca şi aspectele ei psihologice 160
8.2. Relaţia dintre psihologie şi ergonomia maşinilor-unelte 162

Scanned with OKEN Scanner

8.3. Factorii psihologici implicați în manipularea mașinilor-unelte 164
8.3.1. Factorii cognitivi 164
8.3.2. Factorii motori 168
8.3.3. Factorii de personalitate și motivaționali 169
8.4. Determinarea factorilor psihologici în proiectarea mașinilor-unelte 170

9. Zgomotul mașinilor-unelte și nocivitatea sa 171
9.1. Caracteristicile generale ale zgomotului 171
9.1.1. Cîmpul acustic al mașinilor-unelte 171
9.1.2. Noțiuni specifice 172
9.1.3. Măsurarea zgomotului 173
9.2. Zgomotul emis de mașinile-unelte 176
9.2.1. Surse de zgomot la mașini-unelte 176
9.2.2. Metodica evaluării nivelului zgomotului mașinilor-unelte 177
9.2.3. Măsurători de zgomot la mașini-unelte 179
9.3. Nocivitatea zgomotului și normarea nivelului acestuia 181
9.3.1. Perceperea zgomotelor de către om 181
9.3.2. Acțiunile dăunătoare ale zgomotului 182
9.3.3. Normarea nivelului zgomotului 185
9.4. Reducerea efectelor dăunătoare ale zgomotului la mașini-unelte 188
9.4.1. Principii generale de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului . 188
9.4.2. Metoda activă de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului . . 190
9.4.3. Metoda pasivă de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului . . 193

10. Vibrațiile mașinilor-unelte și efectul lor asupra organismului uman 196
10.1. Sursele de vibrații la mașini-unelte 196
10.1.1. Vibrații libere 196
10.1.2. Vibrații forțate 198
10.1.3. Autovibrații 203
10.2. Acțiunile vibrațiilor asupra corpului uman 205
10.2.1. Mecanismul transmiterii vibrațiilor 205
10.2.2. Efectele vibrațiilor asupra corpului uman 209
10.3. Protecția contra vibrațiilor 214
10.3.1. Posibilități de protecție contra vibrațiilor 214
10.3.2. Utilizarea amortizorilor și absorbitorilor de vibrații 215
10.3.3. Izolarea antivibratorie a mașinilor-unelte 220

11. Estetica și ergonomia mașinilor-unelte 224
11.1. Calitățile estetice ale mașinilor-unelte 224
11.2. Forma mașinilor-unelte 225
11.2.1. Legătura dintre forma și funcțiile mașinilor-unelte 225
11.2.2. Principiile conceperii formei estetice a mașinilor-unelte 228
11.2.3. Mijloace de realizare a formei estetice a mașinilor-unelte 230
11.3. Culoarea mașinilor-unelte 232

Scanned with OKEN Scanner

12. Problematica securității și protecția muncii la mașinile-unelte 236

12.1. Principiile ergonomice privind economia de mișcare și reducerea oboselii . . 236
12.2. Norme și recomandări de protecția muncii la mașinile-unelte 238
12.2.1. Strunguri 239
12.2.2. Mașini de frezat 243
12.2.3. Mașini de rabotat 243
12.2.4. Mașini de mortezat 243
12.2.5. Mașini de găurit și alezat 243
12.2.6. Mașini de rectificat și polizoare 243
12.2.7. Mașini de prelucrat prin electroeroziune 251
12.2.8. Protecția împotriva electrocutării 251
12.2.9. Probleme ale protecției muncii la roboții industriali 252
12.2.10. Linii automate 252
12.2.11. Prese 253
12.3. Recomandări generale 254

Bibliografie 254

Scanned with OKEN Scanner

1

ERGONOMIA — O ştiinţă pentru om

1.1. Preocupările şi definiţia ergonomiei

Ergonomia, etimologic însemnînd „ergon" — muncă şi „nomos" — descriere, a apărut ca o necesitate a creşterii eficienţei activităţii umane în condiţiile dezvoltării economice şi sociale a omenirii.

Odată cu modernizarea forţelor de producţie, creşte gradul de complexitate a problemelor muncii sociale şi funcţiile omului se transformă considerabil. Rolul omului de producător al energiei este diminuat la minimum, misiunea sa constînd cu preponderenţă în extragerea şi prelucrarea informaţiilor, acţiunile acestuia fiind subordonate concluziilor desprinse. Evident, în asemenea condiţii, creşte intensitatea solicitărilor, se măreşte frecvenţa lor şi, totodată, se extinde gama acestora. Omul, în îndeplinirea oricărei forme de activitate, participă cu toată fiinţa sa, cu totalitatea funcţiilor sale fizice, psihice, nervoase, cerebrale şi morale, în complexitatea şi interdependenţa lor. În acest fel, asupra rezultatelor activităţii umane se manifestă foarte puternic influenţa intercondiţionării dintre om şi mediul său tehnic, fizic, organizatoric, economic şi social. Ca urmare a acestei condiţionări reciproce se constituie „sistemul om-maşină-mediu", format din componente umane, tehnologice, fizice şi psiho-sociale, legate printr-o reţea comună de informaţii şi care au un scop comun [39].

Sistemele om-maşină-mediu au următoarele caracteristici: existenţa unui scop care reprezintă însăşi raţiunea de creere a sistemului şi care-i determină structura şi gradul de complexitate; condiţionarea performanţelor sale prin eficienţa funcţionării tuturor componentelor.

Fiecare „sistem om-maşină-mediu" realizează următoarele funcţii de bază: recepţionarea informaţiei, păstrarea informaţiei; prelucrarea informaţiei şi stabilirea deciziilor; execuţia. Prelucrarea informaţiei şi stabilirea deciziei reprezintă funcţia cea mai importantă, pe baza căreia se coordonează funcţionarea întregului sistem. Această funcţie este îndeplinită de către om prin activitatea sistemului său nervos superior.

Se desprinde concluzia că omul reprezintă elementul de bază, cel mai activ şi dinamic al sistemului, de activitatea sa depinzînd utilizarea raţională şi eficientă a mijloacelor de producţie. Dar, omul se află sub influenţa unui număr mare de factori, care pot determina scăderea preciziei şi rapidităţii intervenţiilor sale sau chiar excluderea posibilităţilor de efectuare a

Scanned with OKEN Scanner

lor. El este sensibil doar la valorile mici ale energiei mecanice, dispune de o capacitate limitată de transmitere a informaţiilor, are posibilităţi reduse de păstrare a informaţiilor, performanţele sale oscilează în timp, reacţiile de răspuns sînt limitate din punctul de vedere al preciziei şi forţei, nu poate lucra mult timp fără întrerupere, obosește relativ repede, atenţia sa poate fi uşor distrasă etc.

În scopul valorificării optime a calităţilor omului, este necesară întreprinderea următoarelor măsuri: adaptarea caracteristicilor informaţiilor şi a formei lor de prezentare la posibilităţile psiho-fiziologice ale sale; crearea condiţiilor optime de realizare a funcţiilor psihice, implicate în activitatea sa; organizarea regimului raţional de muncă; formarea deprinderilor în concordanţă cu sarcinile atribuite [39].

Adoptarea măsurilor indicate mai sus impune efectuarea unui studiu foarte precis asupra funcţiilor umane angajate în procesul muncii, în contextul ambianţei tehnologice, fizice, organizatorice, sociale etc. Prin urmare, este nevoie să se facă apel la o gamă largă de noţiuni şi principii ale ştiinţelor tehnice, economice, psihologice, fiziologice, biologice, sociologice etc. Apare necesitatea desfăşurării unei activităţi de sinteză, axată pe corelarea elementelor teoretice şi practice multidisciplinare. Acest lucru face obiectul ergonomiei.

Deci, *ergonomia este o ştiinţă interdisciplinară care studiază relaţiile dintre om, maşină şi mediul de muncă în perspectiva identificării căilor de îmbunătăţire a metodelor, mijloacelor şi ambianţei muncii în concordanţă cu posibilităţile omului, cu trăsăturile multidimensionale ale fiinţei sale.*

Ergonomia are legi şi principii proprii pe baza cărora se stabilesc condiţiile de solicitare a omului în procesul muncii în scopul valorificării optime a potenţialului uman. În ergonomie, eficienţa maximă a muncii se realizează prin adaptarea acesteia la om, prin armonizarea deplină a solicitărilor la care este supus omul cu posibilităţile sale.

În condiţiile actuale ale dezvoltării tehnicii, ergonomia capătă o importanţă deosebită, deoarece prin aplicarea metodelor ei se realizează o creştere considerabilă a eficienţei utilizării mijloacelor de producţie; menţinerea la un nivel ridicat a capacităţii de muncă a personalului muncitor; micşorarea numărului accidentelor de muncă.

1.2. Scopul investigaţiilor ergonomice

Valorificarea integrală şi eficientă a activităţii umane este posibilă numai în urma unor investigaţii amănunţite asupra metodei de muncă, corelate cu posibilităţile omului, cu posibilitatea refacerii firești, fără cheltuieli suplimentare ale capacităţii de muncă.

Acest deziderat se îndeplineşte prin realizarea unui consum raţional de energie vitală în îndeplinirea de către om a procesului muncii, indiferent de specificul activităţii.

Scanned with OKEN Scanner

Dar, consumul de energie umană este determinat de o serie de factori, atît de ordin material, cît și psiho-social (fig. 1.1).

Activitatea productivă consumă energie vitală prin poziția corpului, mișcările și forțele necesare îndeplinirii sarcinilor. Între acestea, mișcările sau posturile au importanță primordială, „pentru că nu există în societate vreo pierdere, de orice natură ar fi, care egalează pe cea care este datorată mișcărilor inutile, prost dirijate, ineficace" [4]. Spre exemplificare, pentru un strung normal de dimensiuni mijlocii, în concepția actuală, strungarul „ideal" din punct de vedere ergonomic, care ar consuma la manevrarea elementelor de comandă energia minimă, ar trebui să aibă înălțimea de 1 370 mm, lățimea umerilor — 610 mm și deschiderea brațelor — 2 350 mm [44]. De aceea, mișcarea sau postura în procesul muncii trebuie să constituie o preocupare permanentă pentru reducerea efortului vital, pentru adaptarea muncii la om, la posibilitățile sale. Dar, aceasta nu este singura cale. Ambianța fizică, prin iluminatul la locul de muncă, nivelul zgomotului și al vibrațiilor, prin condițiile de microclimat (temperatură, umiditatea relativă și viteza aerului), prin factorii de poluare ai mediului (gazele, fumul, vaporii, praful, noxele etc.) influențează mult calitatea muncii, determinînd în mod sensibil consumul de energie umană.

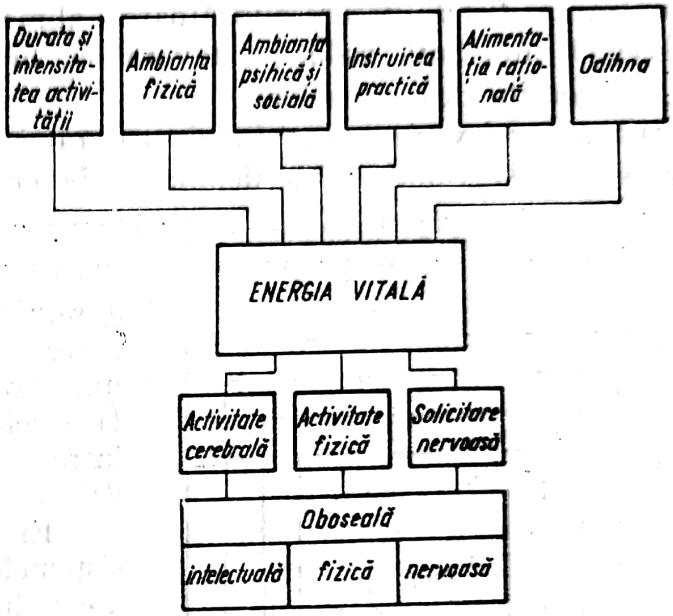


Fig. 1.1

Atenție deosebită trebuie acordată și factorilor de natură psiho-socială, care influențează sensibil randamentul profesional la nivelul fiecărui loc de muncă. Din această categorie se disting factorii individuali (pregătirea profesională, aptitudinile, receptivitatea, conștiinciozitatea, experiența etc.), organizatorici (normele de muncă, metodele de muncă, gradul calificării și integrării personalului muncitor etc.), psihologici (relațiile de muncă, periculozitatea etc.) și sociali (condițiile de muncă, de repaus, recreere, odihnă, recuperare etc.).

Ergonomia, prin preocupările ei, stabilește condițiile ce trebuie îndeplinite de factorii enumerați pentru a asigura, în limitele posibilităților umane, o participare cît mai eficientă a omului în procesul muncii, o valorificare optimă a capacității sale de muncă. În ergonomie se consideră că lipsa de activitate a omului constituie o irosire de energie vitală, după cum orice solicitare a organismului uman peste limitele sale normale reprezintă o pierdere inutilă a posibilităților multivalente de care dispune fiecare om.

463.561
BIBLIOTECA JUDEȚEANĂ „GH ASACHI" IAȘI

2 — c. 335

Scanned with OKEN Scanner

Așa se explică faptul că în centrul preocupărilor acestei științe se află senzația de oboseală, prin care se înțelege „starea de slăbiciune fizică, nervoasă sau cerebrală, vizibilă sau interiorizată, reală sau imaginară, care diminuează capacitatea de muncă a omului" [4].

Cauzele oboselii sînt multiple, dar apariția sa este datorată următoarelor solicitări: consumului direct de energie, ca urmare a activității fizice, cerebrale sau a solicitării nervoase și consumului indirect de energie, datorat influenței negative a unor factori ca: durata și intensitatea excesivă ale activității, ambianța fizică necorespunzătoare, alimentația nerațională, odihnă insuficientă, ambianță psihică nefavorabilă, lipsa de pregătire profesională etc.

Identificarea cauzelor apariției oboselii și dozarea corespunzătoare a solicitărilor favorizează prelungirea duratei unei capacități de muncă optime a omului și valorificarea deplină a potențialului său.

Metodele de abordare a problemelor ergonomice sînt foarte diverse În funcție de scopul propus, se disting *ergonomia componentelor* și *ergonomia ansamblurilor* în cadrul căreia se includ toate elementele unui loc de muncă, ale unui proces de producție, ale unei secții. În același sens, trebuie făcută distincție între *ergonomia de corecție* și *ergonomia de concepție*.

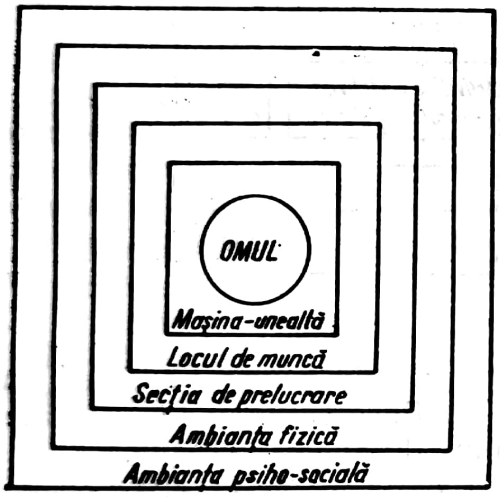


Fig. 1.2

Ergonomia de corecție se aplică sistemelor în funcțiune. Se depistează anomaliile de solicitare fizică, cerebrală și nervoasă a omului și se întreprind măsurile necesare eliminării surselor lor. Ergonomia de concepție are un domeniu mult mai larg de aplicabilitate, avînd rolul de a stabili repartiția funcțiilor între om și mașină, de a adapta mijloacele de muncă la posibilitățile umane, de a asigura condițiile desfășurării unei activități, ale cărei rezultate să fie maxime.

În toate cazurile, în abordarea aspectelor ergonomice ale mașinilor-unelte, locurile de muncă, ale secțiilor de prelucrare etc. în centrul atenției trebuie să se afle omul (fig. 1.2).

Trebuie avute în vedere eforturile depuse de om în îndeplinirea sarcinilor profesionale, pe parcursul unei zile de muncă și posibilitățile de recuperare a capacității fizice, cerebrale și nervoase pentru ziua următoare. În acest fel, se rezolvă nu numai problemele de natură ergonomică, ci se creează premizele stabilirii unor soluții optime de armonizare a condițiilor tehnice, economice și sociale. Pe tot cuprinsul lucrării de față aceste aspecte se consideră a constitui scopul primordial al activității umane și a forma o unitate de necontestat.

Scanned with OKEN Scanner

2

INFLUENTA Condiţiilor de muncă asupra omului

2.1. Postura în timpul muncii

Analiza posturii operatorului uman în timpul muncii presupune analiza dispoziţiei spaţiale a acestuia pe durata activităţii productive, cu diferitele sale variante, privite din punctul de vedere al contracţiilor muşchiulare, staticii coloanei vertebrale sau economicităţii — observată ca fenomen fiziologic.

Prin obligarea operatorului uman la diferite poziţii de lucru în timpul executării fazelor şi operaţiilor impuse de tehnologie, mai devreme sau mai tîrziu, apare oboseala, datorită în principal solicitărilor fizice sau senzoriale.

Diversitatea mare a maşinilor-unelte existente, din punctul de vedere al contactelor om-maşină, implică o varietate mare de posturi la care este supus operatorul, fie în timpul deservirii propriu-zise a maşinii, fie în timpul operaţiilor de studiere a documentaţiei de execuţie sau tehnologice, de reparare, reglare sau intervenţie profilactică.

Aceste posturi specifice duc la solicitări fizice, care se vor analiza pe larg în cap. 7.

Literatura de specialitate [43] cuprinde deja metode de exprimare numerică a gradului de solicitare, funcţie de postura în timpul muncii.

Astfel, în tab. 2.1, sînt redate poziţiile posibile pe care le poate lua corpul operatorului în timpul muncii, fiecărei poziţii (posturi) fiindu-i atribuit un coeficient de dificultate posturală (nivel ergonomic) simbolizat Np.

Aceste nivele ergonomice propuse au valori cuprinse între 1 şi 5, valorile superioare fiind atribuite poziţiilor cele mai incomode.

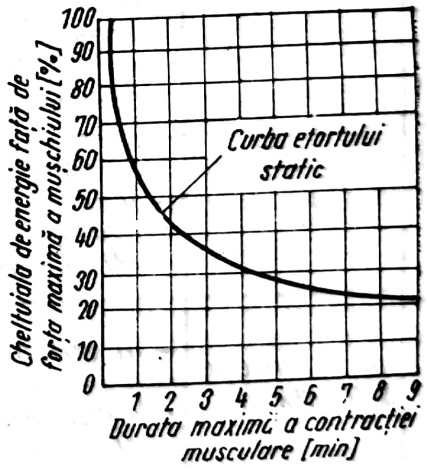
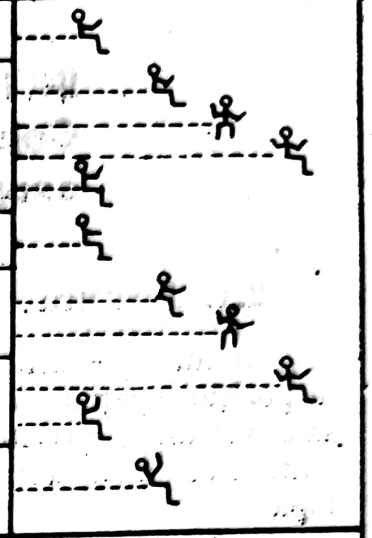
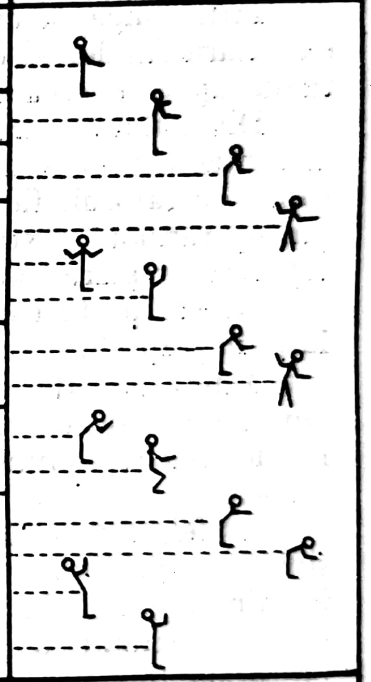
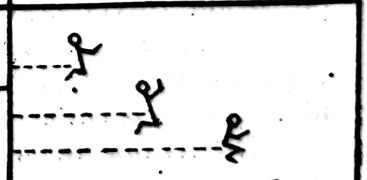


Fig. 2.1

De regulă, în proiectarea maşinilor-unelte, în cazul în care nu se pot evita astfel de posturi incomode, este necesar a se atribui operaţiilor respective timpi cît mai mici, în raport cu timpul unei zile de muncă, fiind cunoscut faptul că curba duratei maxime a unui efort muscular static — în funcţie de consumul de energie — scade după o lege aproximativ exponenţială (fig. 2.1) [4].

Tabelul 2.1

Descrierea poziției		N_p	Ilustrarea poziției
AȘEZAT	– Mîinile deasupra inimii și trunchiul vertical	1	
	– Trunchi aplecat înainte (15°...30°) – Trunchi aplecat într-o parte (15°...30°) – Răsucirea trunchiului (15°...45°) – Mîinile la nivelul capului	2,5	
	– Mîinile la nivelul inimii, brațele întinse	3	
	– Trunchi foarte aplecat înainte (30°...45°) Trunchi foarte aplecat într-o parte (30°...45°)	4	
	– Răsucirea trunchiului (45°...90°) – Mîinile deasupra capului	4,5	
	– Trunchiul foarte aplecat înapoi și mîinile deasupra capului	5	
ÎN PICIOARE	– Mîinile sub inimă, trunchiul vertical	2	
	– Trunchi aplicat înainte (0°...15°)	2,5	
	– Trunchi aplecat înainte (15°...30°)	3	
	– Trunchi aplecat într-o parte (15°...30°) – Răsucirea corpului (45°-90°) – Mîinile la nivelul capului	3,5	
	– Trunchi aplecat înainte (30°...45°) – Trunchi foarte aplecat într-o parte (30°...45°)	4	
	– Trunchi aplecat înainte, mîinile la nivelul capului – Flexiune pe cele două picioare	4,5	
	– Trunchi aplecat înainte, brațele întinse – Trunchi foarte aplecat înainte (>45°) – Trunchi foarte aplecat înapoi, mîinile deasupra capului – Mîinile deasupra capului	5	
ÎN GENUNCHI SAU GHEMUIT	– În genunchi	4,5	
	– În genunchi, mîinile deasupra capului – Ghemuit	5	

Din studiul acestei curbe rezultă că solicitările posturale ce reprezintă mai puțin de 20% din forța maximă a mușchiului pot fi mai prelungite, însă cele de peste 50% nu pot depăși 1 minut.

Scanned with OKEN Scanner

Ţinînd seama de postura în timpul muncii şi de timpii efectivi destinaţi fiecărei faze sau operaţii, sînt posibile evaluări mai complete ale nivelelor ergonomice, care să permită comparaţii obiective între diversele situaţii întîlnite în investigaţiile ergonomice ale maşinilor-unelte (cap. 4, 6 şi 7).

Postura în timpul muncii este un factor dependent de tipul maşinii — unelte deservite.

2.2. Condiţii de mediu fizic

Analiza mediului fizic ambiant constituie astăzi o cerinţă umană obligatorie, care trebuie avută în vedere în proiectarea şi organizarea fiecărui loc de muncă.

Mediul fizic în care operatorul trebuie să-şi desfăşoare activitatea are implicaţii din cele mai diverse, avînd efecte fiziologice şi chiar psihologice asupra acestuia, putînd duce — în situaţii extreme — chiar la stări de stress. Ca efect imediat, factorii de mediu fizic pot influenţa mult productivitatea şi calitatea muncii. De pildă, calitatea iluminatului influenţează în bună măsură transmiterea informaţiilor de muncă. Pe lîngă condiţiile de iluminat, la fiecare loc de muncă trebuie analizate zgomotul, vibraţiile şi condiţiile de microclimat. De regulă, pentru fiecare din aceşti factori, în scopul protecţiei omului, au fost elaborate limite admisibile, înscrise deja în normele republicane.

2.2.1. **Iluminatul la locul de muncă.** Factor de bază, între factorii de ambianţă fizică, iluminatul exercită o influenţă importantă asupra gradului de oboseală a omului, indiferent de sfera activităţii sale, condiţionînd astfel calitatea şi cantitatea rezultatelor muncii.

Cercetările arată că 80—90% din totalul informaţiilor percepute, care ajung la scoarţa cerebrală, sînt de natură vizuală [4]. Ochiul este solicitat atît pentru orientarea şi coordonarea mişcărilor, cît şi pentru dirijarea tuturor funcţiilor organismului, existînd tendinţa ca fiecare mişcare să fie însoţită de privire. Astfel cca 80% din activităţi se desfăşoară sub controlul privirii.

Asigurarea unui iluminat corespunzător presupune o cantitate şi o calitate optimă a luminii.

1. **Cantitatea luminii** se poate exprima prin: intensitate şi densitate.

a) *Intensitatea luminii* este definită ca fiind volumul fluxului luminos care cade pe o anumită suprafaţă. Intensitatea luminii se exprimă fie în luxi, fie în phoţi.

b) *Densitatea luminii* (luminanţă, strălucire) exprimă gradul de luminozitate a suprafeţelor înconjurătoare; aceasta dă impresia de luminozitate sau întunecime a obiectelor.

În cazul unei surse luminoase primare, se poate vorbi de o strălucire directă (soarele, focul, becul etc.); cînd sursa este transmisă indirect, strălucirea se consideră a fi reflectată.

În practică, gradul de iluminare la locul de muncă se evaluează prin intensitate luminoasă, dar nu trebuie neglijată mărimea densităţii luminii,

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.2

Intensitatea luminii la locul de muncă

Solicitarea vizuală în funcție de specificul muncii	Categoria de lucrări corespunzătoare	Contrastul dintre obiectul privit și mediul înconjurător		
		Mare	Mediu	Slab
Detalii extrem de fine	Lucrări de montaj de mare precizie	500—1000	1500—3000	5000—10 000
Detalii foarte fine	Prelucrări mecanice pe mașini-unelte, deservirea mașinilor textile etc.	300	700—1000	3000
Detalii fine	Desenare Citire Proiectare	100—200	300—500	1000—2000
Detalii mijlocii	Montaj manual al unor piese mari	30—70	70—200	300—700
Detalii mari	Depozitare, ambalare etc.	10—20	30—50	100—200

materializată prin senzația de luminozitate a mediului, care depinde mult de structura suprafețelor înconjurătoare.

Nivelele minime admisibile pentru o iluminare medie stau în atenția specialiștilor de profil, existînd norme generale pe plan mondial, care stabilesc intensitatea luminii, funcție de natura și specificul muncii (tabelul 2.2) [4].

În R. S. România, nivelele admisibile pentru iluminarea artificială medie în industrie sînt reglementate de STAS 6646/2—79.

La stabilirea nivelelor iluminării la fiecare loc de muncă pentru asigurarea unei acuități vizuale optime, trebuie să se țină seamă de următorii factori [42]: dimensiunile detaliilor necesare a fi vizibile la locul de muncă; contrastul existent dintre detalii și fond; proprietățile reflectante ale suprafețelor de lucru și ale detaliilor observate; unghiul minim de observare a detaliilor; durata medie a activității vizuale; mobilitatea suprafeței de lucru, ce determină viteza necesară de reacție a muncitorilor; periculozitatea activității.

2. **Calitatea luminii** este determinată de **sursele de lumină** și **modul de iluminare.**

Sursele de lumină pot fi naturale și artificiale.

Cercetările au demonstrat că în lumină naturală suficientă, sistemul neurovegetativ și metabolismul uman sînt activate, omul putînd să se concentreze mai bine în acțiunile sale.

Lumina naturală este tonifiantă pentru sistemul nervos, prin acțiunea ei favorabilă asupra unora din funcțiunile organismului, fiind mult superioară luminii artificiale.

Scanned with OKEN Scanner

Întrucît nivelul de iluminare în cazul luminii naturale este de ordinul miilor de luxi, acest sistem este preferabil oricînd și oriunde este posibil.

Pe de altă parte, însă, iluminatul natural prezintă și unele inconveniente legate de variațiile intensității razelor solare și cantitatea de căldură degajată de acestea.

În ceea ce privește primul aspect, aceste variații sînt inerente, datorită stării vremii, în general, și a poziției soarelui în fiecare moment din zi. Se fac în prezent cercetări privind efectul acestor variații asupra productivității muncii, a reacțiilor psihice sau chiar biologice ale operatorilor umani.

Cantitatea de căldură care însoțește razele solare poate avea în halele industriale un „efect de seră".

Dacă în anotimpurile reci acest lucru este binevenit, în sezonul cald, poate deveni deranjant pentru om.

Întrucît lumina naturală nu costă nimic și prezintă avantaje în raport cu lumina artificială, aceasta trebuie folosită din plin, luînd însă măsuri de repartizare uniformă prin: construcția și mărimea ferestrelor; utilizarea luminatoarelor (în formă de șa, dinți de fierăstrău, coamă prismatică supraelevată, acoperișuri plane de sticlă).

Sursele de *lumină artificială* cele mai des întîlnite sînt: lămpile cu incandescență (becurile electrice) și lămpile cu descărcări electrice (fluorescente sau cu vapori).

Lămpile cu incandescență emit o lumină cu nuanțe mai predominante de galben și roșu, fiind bine agreate de organismul uman, oferindu-i o senzație de confort, de ambianță caldă.

Ca inconveniente ale acestui tip de iluminat se enumeră: influența lui asupra modului de percepere a culorilor și radiația de căldură.

Dacă în deservirea și întreținerea mașinilor-unelte prima influență este minoră, în schimb radiația de căldură (abajururile se încălzesc la peste 60°C) poate avea uneori efecte nedorite (cefalee, nevralgii, sinuzită, meningită etc.).

Lămpile cu descărcări electrice emit lumină prin transformarea energiei electrice în iradiații, la străbaterea unui mediu compus din gaze sau vapori (neon, argon, vapori de mercur).

Față de lămpile cu incandescență, lămpile cu descărcări electrice în gaze au următoarele avantaje: randament sporit (de 3—4 ori mai mare); fiabilitate mai ridicată; strălucirea mult mai scăzută, reducînd fenomenul de „orbire".

Prin construcția și structura lor, lămpile cu descărcări electrice pot furniza componente spectrale foarte apropiate de ale luminii zilei.

Ca dezavantaje ale acestor lămpi se enumeră prezența unor oscilații de lumină în timpul și în afara impulsurilor electrice, oscilații care nu sînt percepute direct de ochi, ci mai mult indirect, pe elementele mobile ale mașinilor-unelte. Ca efecte posibile în cazul unui lucru prelungit la lumină fluorescentă se remarcă: cefalee, dureri de ochi, lăcrimări, injectarea pleoapelor, creșterea oboselii fizice și reducerea capacității de muncă.

Evitarea acestor efecte este posibilă prin înlocuirea tuburilor uzate, montarea mai multor tuburi care să funcționeze simultan și prin crearea

Scanned with OKEN Scanner

unei atmosfere mai calde, în special în cazul unui nivel mediocru de iluminare.

La această măsură se mai pot adăuga: mărirea intensității luminoase (800 lx în ateliere, laboratoare și 500 lx în biblioteci, birouri etc.), combinarea iluminării utilizînd becuri cu incandescență și lămpi cu descărcări electrice, utilizarea de lumină colorată, portocalie, în combinație cu lumina albă etc.

În ceea ce privește **modul de iluminare,** se pot întîlni: iluminare directă, indirectă, combinată directă — indirectă și lumină liberă.

Iluminarea directă este cea transmisă de un con luminos asupra unei suprafețe, ceea ce produce contraste și umbre pronunțate. Se recomandă numai în cazul unei iluminări generale foarte bune.

Iluminarea indirectă se obține prin efectul de reflexie al pereților al unui fascicul de lumină incident, asigurînd o lumină difuză, fără umbre. Întrucît nivelul iluminării este relativ redus, sînt necesare surse suplimentare, la locul de muncă; pereții și tavanul reflectorizanți trebue să fie de culoare deschisă.

Iluminarea combinată directă — indirectă este utilizată în locurile de muncă unde nu este necesar un grad mare de precizie. Se realizează o iluminație omogenă cu umbre neconturate.

Iluminarea cu lumină liberă se realizează prin utilizarea abajururilor de sticlă opalescentă, care difuzează lumina în mod egal în toate direcțiile. Lumina liberă de regulă deranjează vederea, fiind indicată mai mult pentru coridoare, magazii etc.

La nivelul locului de muncă, o cerință expresă este asigurarea unei *uniformități* a iluminării, condiționată atît de nivelul de iluminare cît și de factorul de reflexie a suprafeței de lucru.

Experiența practică arată că, numai prin asigurarea unui iluminat corespunzător, productivitatea muncii poate crește cu 5—35%, fără alte îmbunătățiri tehnice ale locului de muncă.

Asigurarea unui iluminat corespunzător la fiecare loc de muncă este însă o problemă complexă, existînd și pericolul unei abundențe de lumină, care poate duce, în cazul în care direcția luminii este nepotrivită și strălucirea excesivă, la fenomene de „orbire".

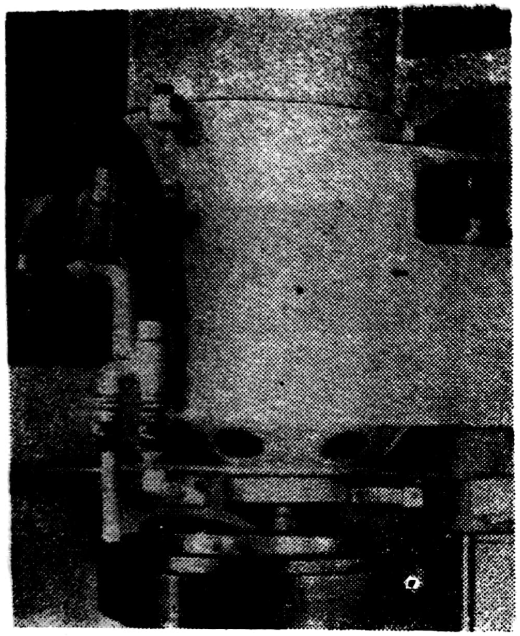
Pe de altă parte, în contextul crizei energetice actuale, există tendința să se reducă la maximum nivelul intensității luminoase.

Între cele două extreme, proiectantul locului de muncă trebuie să facă o analiză matură și responsabilă, găsind căile cele mai adecvate cerințelor fiziologice ale operatorului uman, pentru asigurarea confortului optim la locul de muncă și respectiv a unei productivități a muncii corespunzătoare.

În cele ce urmează se dau cîteva exemple concrete de mașini-unelte, prevăzute cu sisteme de iluminare locală.

— Firma TOSHIBA SHIBAURA (JAPONIA) utilizează la mașina de rectificat plan cu ax vertical și masă rotativă, tip KRTC — 9A, o lampă incandescentă cu oglindă, prinsă de capul de rectificare (fig. 2.2.)

Scanned with OKEN Scanner



← Fig. 2.2

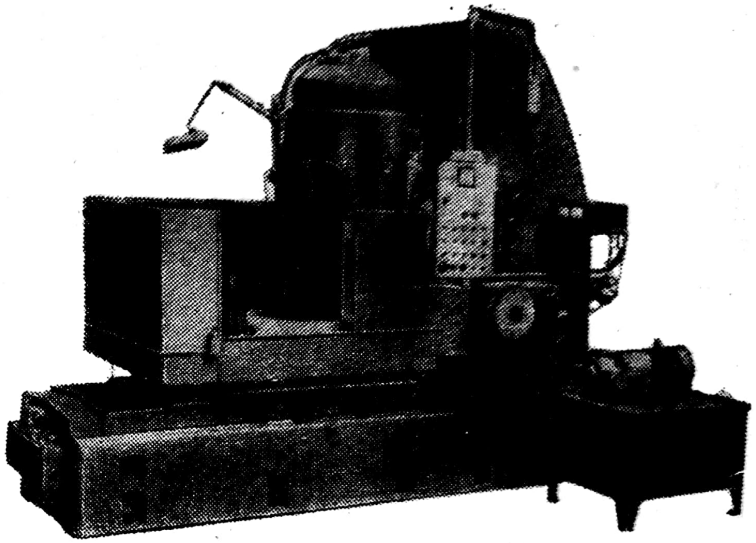
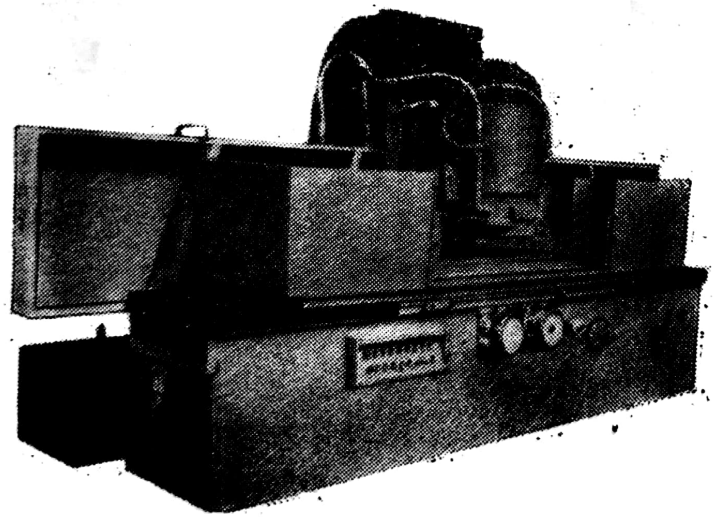


Fig. 2.3 →



← Fig. 2.4

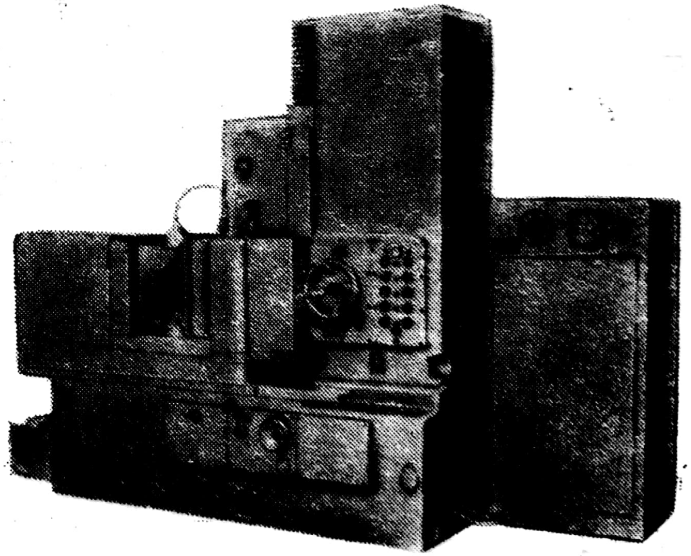


Fig. 2.5 →

Scanned with OKEN Scanner

— Firma KEHREN & Co. (R.F.G.) utilizează pentru o mașină de același tip o lampă cu tub fluorescent, prinsă printr-un sistem de pîrghii de capul de rectificare (fig. 2.3).

— Același sistem este folosit la mașina de rectificat plan cu masă dreptunghiulară și ax vertical (fig. 2.4), construită de aceeași firmă.

— La mașina de rectificat plan cu masă rotativă și cu ax vertical JOTES (R.P.P.) (tip SAB 80 a, SAB 100) se utilizează o lampă incandescentă cu abajur și tub flexibil metalic (fig. 2.5).

— În fig. 2.6 este prezentat un model de mașină de rectificat cu masă rotativă și ax orizontal al pietrei de rectificare de construcție compactă, de mici dimensiuni, SNOW–RT 400, la care, de asemenea, se utilizează o lampă incandescentă dispusă pe un braț mobil.

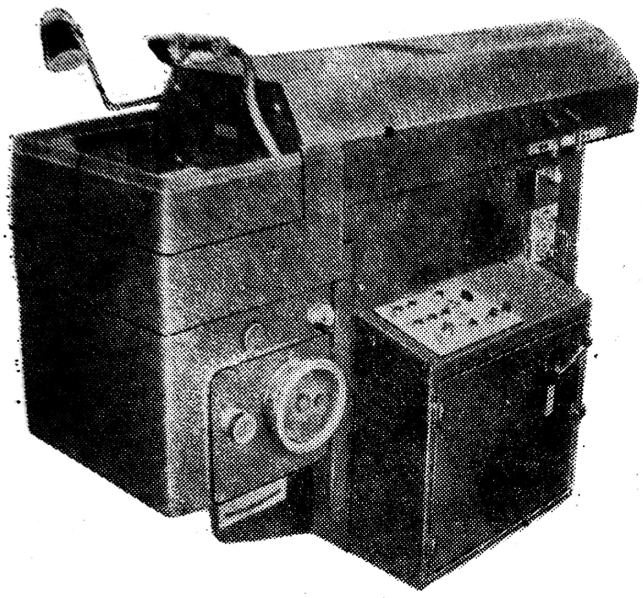


Fig. 2.6

— În fig. 2.7 este prezentat sistemul de iluminat utilizat la un strung din familia DFS 4/NC construit de firma WMW (R.D.G.), compus din două tuburi fluorescente lungi, dispuse pe partea superioară a căruciorului înclinat.

Pentru mașinile relativ mici și mijlocii, se utilizează destul de frecvent așa numita „lampă a strungarului", executată într-o construcție tipizată în R. S. România. Lămpile trebuie să dispu-

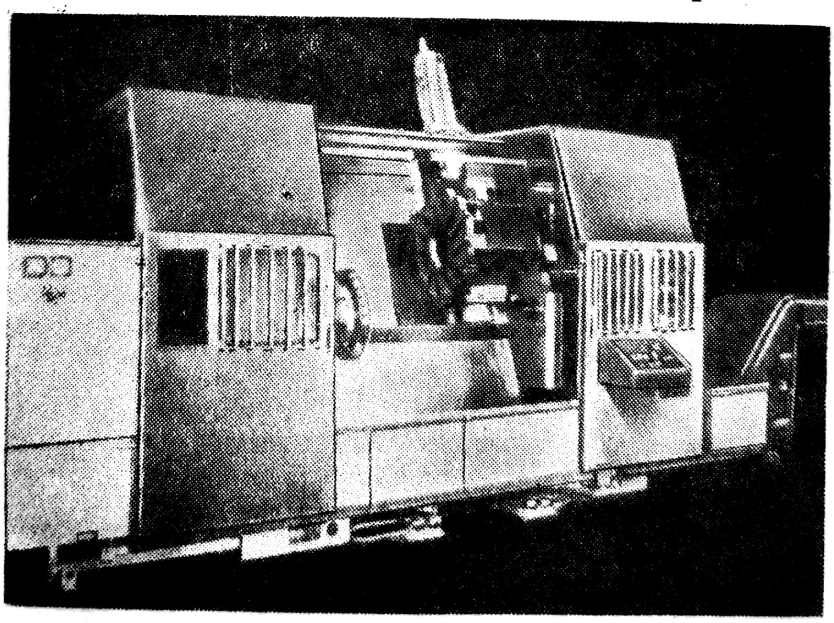


Fig. 2.7

Scanned with OKEN Scanner

nă de un oarecare grad de mobilitate, pentru a ocupa o poziție optimă în timpul prelucrării.

O condiție obligatorie a sistemului de prindere este rigiditatea care trebuie asigurată, astfel încît lampa să nu vibreze în timpul prelucrării.

Pentru mașinile-unelte mari, prevăzute cu traverse, sistemul de iluminat este fix și se compune — de regulă — din tuburi fluorescente, amplasate pe traversă, deasupra locului de prelucrare. Astfel de sisteme sînt relativ variate, funcție de gama de lămpi disponibilă și utilizată.

2.2.2. **Factorii de microclimat.** Principalii factori de microclimat ai unui loc de muncă sînt reprezentați de temperatură, umiditate relativă și viteza aerului.

Pentru a studia rolul *temperaturii* asupra organismului uman, trebuie amintit faptul că acesta nu are o temperatură uniformă, organele situate în zona craniană, toracică, sau abdominală avînd o temperatură de cca 37°C, pe cîtă vreme membrele, mușchii și pielea au o temperatură de cca 36°C. Dacă organele interne au o variație foarte mică a temperaturii, în schimb membrele, mușchii și pielea își schimbă permanent temperatura, în scopul păstrării constantei temperaturii organelor interne, proces care se desfășoară cu ajutorul mecanismului termoregulator uman. Între corpul omenesc și mediu au loc în permanență schimburi de temperatură. O parte din aceste schimburi sînt legate de procesele metabolice ce au loc în organism. O altă parte sînt dependente de schimburile de căldură prin conducție datorate conductibilității termice a obiectelor și mediului care vin în contact cu pielea.

În procesul de lucru la mașinile-unelte, piesele care se prelucrează și sculele sînt în majoritatea lor metalice.

Întrucît metalele au o conductibilitate termică bună, ele reprezintă un mediu permanent de pierdere a căldurii corpului, prin contactele la care operatorul este supus în activitatea sa.

Dacă piesele de prelucrat nu pot fi protejate, în schimb elementele de comandă manuală a mașinilor-unelte (roți de mînă, manivele, manete), ca și instrumentele de măsură și control, vor trebui protejate, pe cît posibil, cu materiale termoizolante.

Temperatura mediului ambiant poate avea implicații mari asupra randamentului muncii, întrucît aceasta este principalul factor de confort la locul de muncă.

Temperatura recomandată de literatură variază în funcție de felul activității [42] (v. tabelul 2.3).

Pentru un microclimat corespunzător, este necesar ca să nu existe o diferență mare între temperatura aerului și a suprafețelor înconjurătoare.

Senzația de confort este influențată de temperatura percepută T_p, dată de valoarea medie aritmetică dintre temperatura aerului (T_a) și temperatura suprafețelor înconjurătoare (T_s):

$$T_p = \frac{T_a + T_s}{2}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.3

Temperaturile recomandate pentru diferite activităţi

Tipul muncii	Temperatura (°C)		
	minimă	optimă	maximă
Muncă de birou	18	20—21	24
Muncă uşoară în poziţie şezîndă	18	20	24
Muncă uşoară în poziţie ortostatică	17	18	22
Muncă grea	15	17	21
Muncă foarte grea	14	16	20

Temperatura mediului are efecte din cele mai variate asupra organismului.

Astfel, în cazul unui mediu excesiv de căldură, apare senzaţia de oboseală, somnolenţă, reducîndu-se considerabil capacitatea de muncă, sporind riscul de accidentare şi procentul de greşeli.

În cazul temperaturii prea scăzute, prin stimularea producţiei calorice interne a organismului, pe seama solicitării aparatului locomotor, capacitatea de concentrare cerebrală se reduce.

Temperatura confortabilă este funcţie şi de factori individuali, cum ar fi: vîrstă, sex, anotimp, alimentaţie, îmbrăcăminte.

O senzaţie de confort bună este asigurată dacă *umiditatea mediului* este cuprinsă între 40—60%. Dacă scade sub 30%, există pericolul uscării mucoaselor oculare şi respiratorii.

De asemenea, la peste 70%, procesul de termoreglare se perturbă, fiind dificilă eliminarea normală a transpiraţiei.

De regulă, temperaturile mai joase se suportă mai greu cînd umiditatea este ridicată, fapt legat de creşterea conductibilităţii termice a pielei omului, odată cu creşterea umidităţii, căldura corpului fiind cedată mai uşor.

Funcţie de *viteza aerului*, se poate obţine, alături de celelalte condiţii analizate anterior, senzaţia de confort sau disconfort.

Se consideră o viteză normală pentru poziţie şezîndă, o valoare de (0,1—0,3) m/s în sezonul rece, şi (0,5—1,5) m/s, în sezonul cald [42].

În încăperile de lucru mişcarea aerului este necesară pentru eliminarea cauzelor care duc la vicierea aerului (transpiraţie, existenţa bioxidului de carbon şi a vaporilor de apă) şi la poluarea aerului datorită unor cauze exterioare încăperii sau muncii respective.

2.2.3. **Zgomotul şi vibraţiile.** Zgomotul şi vibraţiile au un rol în general nociv asupra omului, cu atît mai nociv cu cît nivelul lor este mai ridicat.

Scanned with OKEN Scanner

În capitolele 9 și 10 se face o analiză amănunțită a acestor aspecte, oferind și măsuri necesare pentru diminuarea nivelului acestora.

2.2.4. **Factorii de poluare a mediului.** Printre factorii de poluare a mediului se enumeră: gazele, fumul, vaporii, praful, particolele de vopsea, noxele etc. Pentru toate acestea sînt necesare instalații de ventilație și filtrare care să le capteze.

Praful suspendat în aer poate constitui cauza unor stări patologice grave pentru căile respiratorii superioare (atrofierea mucoaselor, pierderea mirosului, ulcerații etc.), pentru plămîni (silicoze, pneumoconioze etc.) și pentru întregul organism (intoxicații grave, ulcerații sau chiar dereglări funcționale).

În general, mașinile-unelte, din cauza restricțiilor legate de păstrarea preciziei geometrice și de lucru, nu sînt plasate în locuri expuse gazelor, fumului sau vaporilor.

Totuși, praful abraziv și emulsia, provenite din zona de rectificare, în secțiile în care se află mașini de rectificat și ascuțit, devin un factor poluant nociv, dacă nu sînt luate măsuri de absorbție, filtrare și purificare a aerului.

Lucrul în mediu cu praf are, atît efecte imediate asupra productivității muncii, cît și efecte ulterioare, datorită afecțiunilor patologice ce apar în timp.

2.3. Condițiile de ambianță psiho-socială

Alături de relațiile între om și mașina-unealtă, trebuie specificați și factorii de ordin psihologic și sociologic care influențează randamentul profesional la nivelul fiecărui loc de muncă.

După natura lor, acești factori pot fi [43]:

a) *Individuali*, vizînd pregătirea profesională, aptitudinile fiecărui operator, receptivitatea la învățare și adaptare, conștiinciozitate pentru profesiune, aspirații individuale, sănătate, experiență, situație socială etc.;

b) *De natură tehnică*, dependenți de tipul mașinii-unelte, de complexitatea sau gradul de automatizare, de gradul de uzură, modul de reglare sau de reparare, de forma sau estetica mașinii-unelte etc.;

c) *Organizatorici*, cu referire la metoda de muncă, normele de muncă, modul de recrutare sau repartizare, calificare și integrare a personalului etc.;

d) *Sociali*, caracterizați prin climatul psiho-social din întreprindere, condiții de muncă, condiții sociale etc.

În proiectarea și organizarea unui loc de muncă, va trebui deci să se țină seama și de factorii psiho-sociali, care pot contribui într-o măsură substanțială la atingerea unui optim motivațional în procesul muncii.

Scanned with OKEN Scanner

3

ERGONOMIA Maşinilor—unelte. Aspecte ergonomice

Tratarea aspectelor ergonomice în toate sectoarele industriale şi în toate tipurile de activităţi în care este implicat omul în procesul muncii sale creatoare, se bazează pe evidenţierea unor trăsături comune ale relaţiei om-maşină, în care maşina, în înţelesul general al cuvîntului, impune, pentru folosirea şi întreţinerea ei, o pondere diferenţiată a activităţilor fizice sau intelectuale.

Faţă de toate celelalte utilaje, maşinile-unelte prezintă însă unele particularităţi, legate de însăşi definiţia lor.

Astfel, prin *„maşină-unealtă"* se înţelege *„o maşină de lucru, avînd ca scop generarea suprafeţelor pieselor prin procesul de aşchiere, în anumite condiţii de productivitate, precizie dimensională şi calitate a suprafeţei* [5].

Faţă de cele de mai sus, este pe deplin justificată analiza ergonomică a construcţiei acestora, a particularităţilor de folosinţă şi întreţinere, de care trebuie să se ţină seama în proiectarea lor (ergonomia de concepţie); după realizarea prototipului şi urmărirea gradului în care s-au îndeplinit cerinţele ergonomice impuse prin proiectare, se trece la modificările impuse în scop corectiv.

3.1. Particularităţile maşinilor-unelte

O primă caracteristică este legată de *diversitatea tipurilor de suprafeţe* care trebuie generate prin procesul de aşchiere, care conduc la o mare varietate de maşini-unelte, atît din punct de vedere structural, cît şi ca gabarit.

În prezent există în producţie maşini mici, de banc, pentru produse de mecanică fină, maşini mijlocii, maşini mari (strunguri carusel, maşini de alezat şi frezat) şi maşini foarte mari (grele), al căror gabarit impune spaţii speciale de montaj, de exemplu: strungul carusel, SC 16 000, maşina de frezat roţi dinţate FD—3600, strunguri normale a căror lungime este de cca 50—60 m, maşină de rectificat valţuri etc.

Faţă de această mare diversitate, evident că nu se pot aplica mecanic aceleaşi principii ergonomice la toate tipurile de maşini, întrucît, în primul rînd, construcţia lor va depinde de modul de generare a suprafeţei, de gradul de automatizare şi de gabarit.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă la mașinile-unelte obișnuite, de gabarit mic și mijlociu, muncitorul în timpul lucrului are o poziție staționară — în fața mașinii — la mașinile-unelte grele, el se va deplasa odată cu căruciorul capului de lucru, pentru urmărirea permanentă a procesului de așchiere.

O altă caracteristică este legată de *precizia dimensională și de calitatea suprafeței*, care trebuie asigurate.

Acest lucru impune din partea operatorului o atenție sporită și un grad de încordare proporțional cu dificultatea operației.

Realizarea preciziei și în același timp a calității suprafeței sînt dependente de gradul de instruire, de practica și experiența operatorului, ca și de caracteristicile tehnice ale mașinii.

La realizarea acestei cerințe, însă, intervin și factori subiectivi, la care contribuie, de multe ori, și, în măsură uneori substanțială, modul de concepție al locului de muncă, amplasarea elementelor de comandă manuală, gradul de vizibilitate al indicațiilor de pe tamburii gradați, măsura în care unele simboluri utilizate sînt sugestive etc.

Gradul de siguranță și de precizie pot avea un rol stimulator pentru operator; aceștia pot fi îmbunătățiți prin crearea unei „senzații de siguranță și precizie", care poate fi oferită de amănunte pur subiective, cum ar fi: culoarea mașinii, luciul vopselei, estetica în ansamblu și de microstructură, mersul fără vibrații, liniștit, fără zgomot al organelor mobile etc.

În funcție de *regimurile de lucru necesare*, frecvența cu care operatorul va acționa vreunul din elementele de comandă ale mașinii diferă uneori substanțial. Frecvența comenzilor manuale este un lucru deosebit de important, de care proiectantul trebuie să țină seamă la amplasarea butoanelor și a tuturor elementelor de comandă manuală.

Cu cît *gradul de universalitate al mașinii* este mai mare, cu atît există mai multe posibilități de reglaj, fie al pozițiilor reciproce ale saniilor, fie al regimurilor de așchiere (avansuri, turații etc.). Acest lucru face ca numărul de elemente de comandă manuală destinate acestor reglaje și comenzi să fie mai mare, ceea ce ridică problema spațiului de dispunere, a dispunerii relative etc.

Regimurile de lucru variabile, în cazul unor prelucrări cu comenzi manuale, ca și natura operațiilor, fac ca forțele de manipulare să fie variabile.

Prin construcția lor și prin natura majorității tipurilor de piese prelucrate pe mașinile-unelte, mîinile muncitorului sînt într-un *contact aproape permanent cu părți metalice*, care, așa cum s-a arătat în cap. 2, reprezintă un mediu prielnic de transmitere rapidă a căldurii corpului uman spre aceste suprafețe.

În procesul de așchiere, în care pentru a avea loc sînt necesare deplasări relative între sculă și piesă, *apar în permanență zgomote și vibrații*, care sînt transmise direct operatorului și care de cele mai multe ori nu pot fi evitate, ci cel mult diminuate.

De asemenea, și acest lucru caracterizează aproape toate mașinile-unelte, în urma prelucrării, *surplusul de material se îndepărtează sub formă de așchii*.

Modul în care aceste așchii sînt îndepărtate ridică întotdeauna probleme de protecție a omului, căci poate constitui o sursă de accidentare. Pericolul

Scanned with OKEN Scanner

este cu atît mai mare cu cît viteza sculei și piesei sînt mai mari. Astfel, o tendință relativ modernă la mașinile de rectificat, dezvoltată în scopul măririi productivității muncii și a evitării încălzirii piesei, este mărirea vitezei periferice a pietrei de rectificare la valori de 45, 60, 80, 100 sau chiar 120 m/s.

În aceste situații, în proiectarea mașinii trebuie avut în vedere în permanență evitarea pericolului de accidente, prin construcția gărzilor de protecție, a apărătorilor etc.

Gradul de instruire a operatorilor care lucrează la mașinile-unelte trebuie să fie corespunzător gradului de complexitate și costului acestora.

În cazul în care, de pildă, instruirea nu este satisfăcătoare, mașina fiind foarte complexă și scumpă, piesele rebutate ducînd, de asemenea, la pierderi materiale mari, se va naște o barieră psihologică asupra operatorului, cu implicații nedorite asupra productivității lui.

Pentru a veni în întîmpinarea unor asemenea situații, proiectantul mașinii are obligația să elaboreze toate instrucțiunile necesare utilizării și întreținerii acesteia în cartea mașinii și de asemenea să reducă la minimum necesar toate elementele de comandă și execuție care ies înafara mașinii, acestea fiind grupate în zone de lucru adecvate.

3.2. Sistemul „om — mașină-unealtă"

Prin „sistem om-mașină" (în înțelesul ei general) se înțelege „un ansamblu format din componente umane și tehnologice, legate printr-o rețea comună de informații, care au un scop comun" [39]. Aplicat la o mașină-unealtă, acest sistem prezintă unele particularități, cum ar fi:

— scopul final al sistemului este realizarea formei pieselor în geometria impusă, în anumite limite de precizie dimensională și de formă, calitate de suprafețe și productivitate;

— realizarea acestui scop este condiționată de funcționarea tuturor componentelor sistemului.

Într-un sistem om-mașină, în cazul general, se regăsesc de regulă patru funcții [39], [42]:

— recepția informației, ca proces de natură senzorială;

— memorizarea informației, care presupune codificarea și interpretarea prealabilă;

— tratarea informației și stabilirea deciziilor;

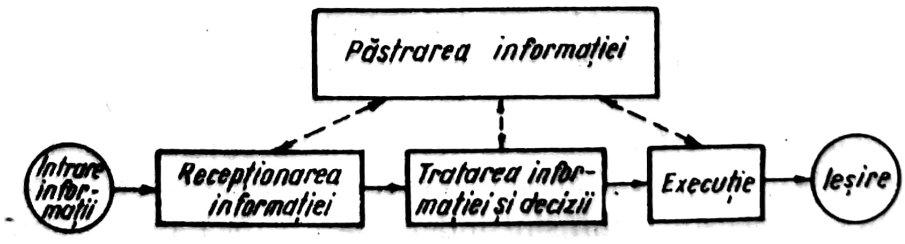


Fig. 3.1

Scanned with OKEN Scanner

— execuţia, rezultată în urma deciziei luate şi realizate prin intermediul aparatului locomotor.

Schema bloc a funcţiilor de bază ale acestui sistem este prezentată în fig. 3.1 [39].

Dintre funcţiile specificate, cea mai importantă este *funcţia de tratare a informaţiei şi de stabilire a deciziilor*, care asigură coordonarea funcţionării întregului sistem pentru realizarea scopului propus şi care este îndeplinită de către sistemul nervos superior al omului.

În tabelul 3.1 sînt descrise caracteristicile de bază ale fiecăreia din funcţiile specificate [39].

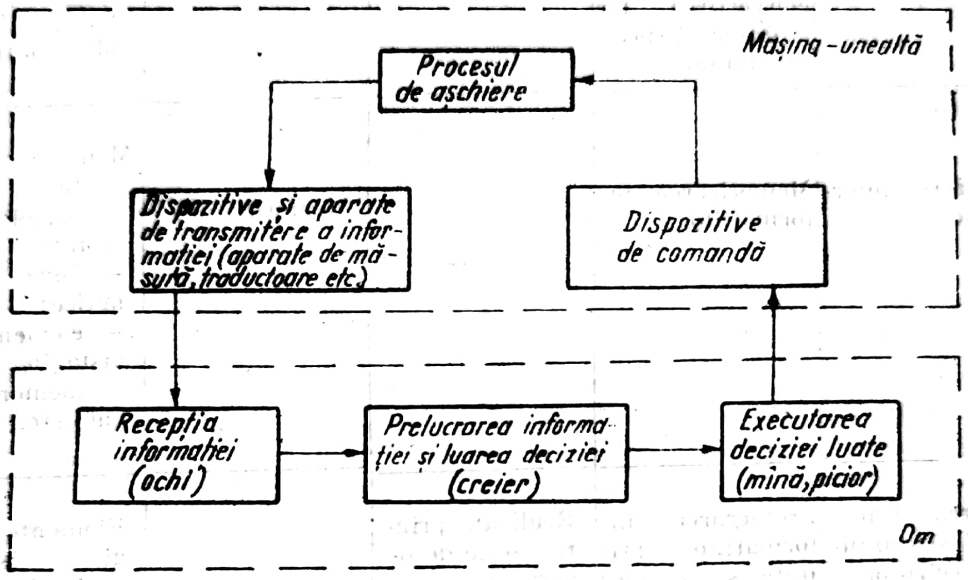


Fig. 3.2

O reprezentare schematică simplificată a unui sistem om-maşină-unealtă este dată în fig. 3.2.

Pornind de la schema sistemului nervos superior uman, care este un sistem cibernetic şi care permite urmărirea şi înţelegerea fluxurilor informaţionale care au loc în sistemul parţial om, în fig. 3.3 s-a expus o schemă a sistemului om-maşină-unealtă, mult mai amănunţită, care reprezintă rezultatul unei activităţi de analiză foarte laborioasă [42].

Funcţie de gradul de automatizare al maşinii-unelte, se pot întîlni trei tipuri de sisteme: convenţionale, semiautomate şi automate.

3.2.1. **Sisteme convenţionale.** Se caracterizează prin faptul că procesul de prelucrare pe maşină-unealtă are loc prin acţiunea directă a mîinilor operatorului, ajutat de sculele şi dispozitivele de care dispune, toate informaţiile fiind percepute, tratate şi transmise numai de către om (fig. 3.4).

În această categorie, sistemul parţial maşină-unealtă este reprezentat de maşinile cu comenzi convenţionale, destinate prelucrărilor universale (maşini de găurit, strunguri normale obişnuite, maşini de frezat convenţionale etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3.1

Caracteristicile principale ale funcțiilor om— mașină

Nr. crt.	Funcția	Scopul	Caracteristici	Modul de realizare	
				Om	Mașină
1	Recepționarea informației	Măsurarea informațiilor externe și intervenția și convertirea lor în limbajul specisistemului	—	Simțuri: văz auz, pipăit etc.	Traductoare și aparate de măsură: electrice, hidraulice, optice etc.
2	Păstrarea informației	Memorizarea informațiilor	—	Memorie	Memoria mecanică: — tabele; — cartele perforate; — benzi magnetice; — elemente bistabile; — memorie cu bule etc.;
3	Tratarea informației și stabilirea deciziilor	Prelucrarea informațiilor primite și a celor stocate în vederea luării deciziilor necesare, care determină natura și succesiunea intervențiilor în proces, pentru realizarea scopului dat	Realizată printr-o serie de operațiuni, ca: — identificare; — reconstituire (selectivă); — operațiuni matematice (adunare, scădere etc); — raționare; — evaluare etc.	Sistemul nervos superior (creier)	Elemente logice, sisteme optimale, sisteme adaptive, sisteme autoinstruibile
4	Execuția	Efectuarea intervențiilor necesare în proces, pe baza deciziilor primite	Se disting două categorii, după natura efectului: 1. Modificări ale parametrului (presiune, debit etc); 2. Acțiuni informaționale (voce, semnale, înregistrări etc.)	1. Mînă, picior 2. Voce	1. Servomotoare electrice, hidraulice, pneumatice etc. 2. Generatoare de informații (imprimatoare, înregistratoare etc.).

Scanned with OKEN Scanner

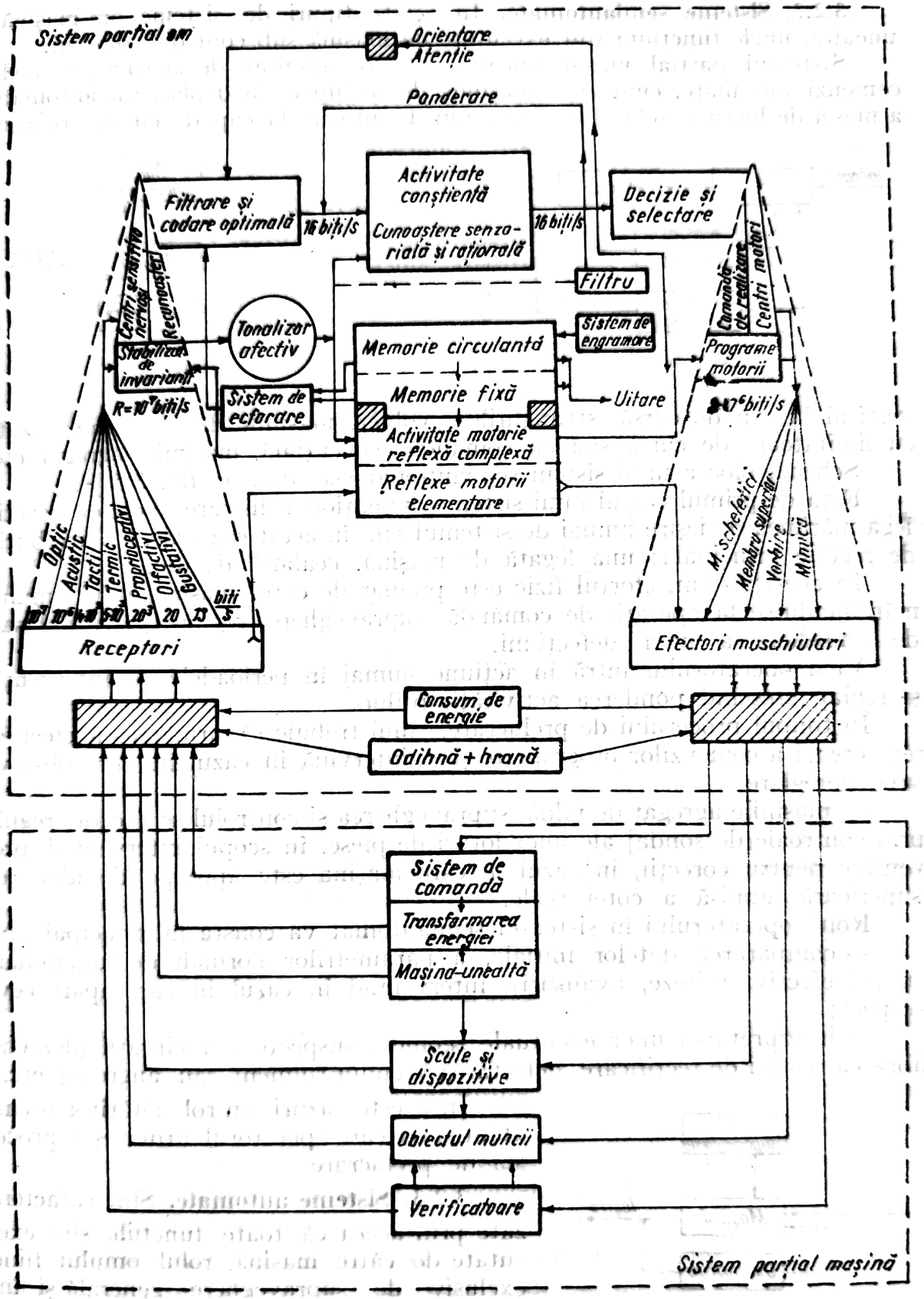

Sistem parțial om
Orientare
Atenție
Ponderare
Filtrare și codare optimală
16 biți/s
Activitate conștientă
Cunoaștere senzorială și rațională
16 biți/s
Decizie și selectare
Filtru
Centri senzitivo nervoși
Recunoaștere
Stabilizator de invarianți
R=10⁷ biți/s
Tonalizor afectiv
Sistem de ecforare
Memorie circulantă
Memorie fixă
Activitate motorie reflexă complexă
Reflexe motorii elementare
Sistem de engramare
Uitare
Comenzi de realizare
Centri motori
Programe motorii
10⁶ biți/s
Optic
Acustic
Tactil
Termic
Proprioceptiv
Olfactiv
Gustativ
biți/s
Receptori
M. scheletici
Membru superior
Vorbire
Mimică
Efectori muschiulari
Consum de energie
Odihnă + hrană
Sistem de comandă
Transformarea energiei
Mașină-unealtă
Scule și dispozitive
Obiectul muncii
Verificatoare
Sistem parțial mașină

Fig. 3.3

3.2.2. **Sisteme semiautomate.** În aceste tipuri de sisteme om-maşină-unealtă, unele funcţiuni sînt executate de maşină sub controlul omului.

Sistemul parţial maşină-unealtă este reprezentat de maşini cu unele comenzi automate, cum ar fi maşinile de rectificat cu deplasarea automată a mesei de lucru şi schimbarea sensului de mişcare la cap de cursă, avansul

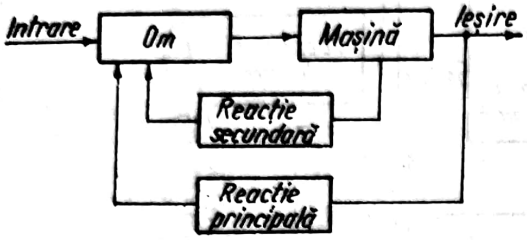


Fig. 3.4

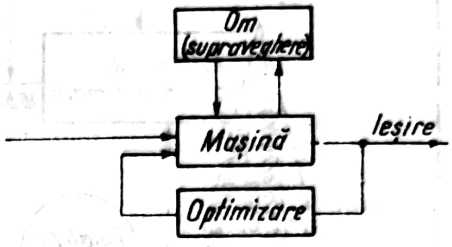


Fig. 3.5

vertical la cap de cursă, strungurile revolver, maşinile de frezat prevăzute cu limitatoare de cursă sau cu comandă secvenţială, maşinile agregat etc.

Schema bloc a unui sistem semiautomat este dată în fig. 3.5 [42].

Faţă de primul caz al unui sistem convenţional, în care bucla de reacţie lega mărimea de ieşire numai de sistemul om, în acest caz există două bucle de reacţie principală: una legată de maşină, cealaltă de om.

În acest sistem, efortul fizic este preluat de către maşină, rolul omului mărginindu-se la operaţii de comandă, supraveghere, reglare şi control sau de remediere a unor defecţiuni.

Mîna operatorului intră în acţiune numai în perioadele de intervenţie şi reglaj, crescînd ponderea activităţii psihice.

În timpul procesului de prelucrare, omul trebuie să urmărească efectuarea corectă a comenzilor programate şi să intervină în cazul în care observă vreo dereglare.

La maşinile agregat de pildă, supravegherea şi controlul se fac de regulă prin controale de sondaj ale unor loturi de piese, în scopul intervenţiei preventive pentru corecţii, în cazul în care maşina este aproape de abaterea superioară admisă a cotei reale.

Rolul operatorului în sistemul semiautomat va consta în principal din:

— compararea datelor iniţiale, a parametrilor normali de funcţionare cu cei efectivi (viteze, avansuri), intervenind în cazul în care apare ceva suspect;

— interpretarea unor eventuale zgomote suspecte sau vibraţii (dezechilibrarea pietrei de rectificare, defectarea vreunui rulment sau angrenaj etc.).

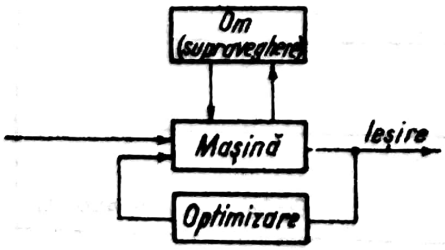


Fig. 3.6

În aceste cazuri, un rol hotărîtor revine atenţiei cu care operatorul urmăreşte procesul de prelucrare.

3.2.3. **Sisteme automate.** Sînt caracterizate prin aceea că toate funcţiile sînt executate de către maşină, rolul omului fiind exclusiv de supraveghere generală şi întreţinere (fig. 3.6) [42].

Scanned with OKEN Scanner

Este cazul mașinilor cu ciclu complet automat, inclusiv alimentarea pieselor (strunguri automate, mașini încadrate în sisteme de mașini, linii automate etc.). Mașina în acest caz dispune de o mare autonomie în funcționare, putîndu-se autoregla (prin sistemele de comandă adaptivă). Cantitatea de informații care va acționa asupra receptorilor umani va fi relativ redusă. Acest lucru poate determina, datorită frecvenței mici de apariție a acestor semnale (care ar consta în sesizarea unor neconcordanțe, erori etc.), o creștere a timpului de reacție a operatorului.

Caracteristică pentru acest tip de sistem este, datorită numărului redus de semnale ce provin de la mașină, apariția oboselii cauzată de monotonie.

3.3. Aspectele ergonomice ale mașinilor-unelte

Construcția mașinii-unelte depinde în cea mai mare măsură de scopul căruia îi este destinată: forma, dimensiunea și gradul de precizie ale piesei care trebuie executată în condițiile de productivitate scontate.

Dacă s-ar exclude de la bun început prezența omului ca element de folosire a mașinii-unelte sau chiar ca element de urmărire a procesului de fabricație a unei piese, probabil că structura mașinii, și chiar aspectul ei, ar diferi substanțial față de ceea ce există în prezent în atelierele prelucrătoare.

Cum însă întotdeauna concepția unei asemenea mașini a fost asociată ideii de a fi manevrată de om, cu posibilitățile lui fizice sau intelectuale, ca și cu cerințele lui biologice, fiziologice sau psihologice, orice constructor a trebuit să țină seama din ce în ce mai mult de existența unui „sistem om-mașină-unealtă", piesele rezultate fiind elaborate nu de mașină în sine, ci de acest sistem.

Chiar în cazul sistemelor automatizate, la care funcțiile operatorului sînt preluate de roboți sau sisteme de paletare pentru transferul de la un loc de muncă la altul, încărcarea-descărcarea pieselor, sau în cazul mașinii individuale complet automatizată, se simte, prin dimensiunile, orientarea, aspectul și posibilitățile de acces, influența omului.

Un prim aspect ergonomic îl constituie *amplasarea elementelor de comandă manuală* (roți de mînă, manete, mînere, manivele, butoane, comutatoare, potențiometre, comutatoare decadice etc) și *a elementelor de urmărire* (ceasuri comparatoare, sisteme de afișaj, manometre etc.), problemă dezvoltată pe larg în cap. 4.

O proiectare rațională, indiferent de mărimea mașinii-unelte, trebuie să țină seamă, din acest punct de vedere, de: ariile sau sferele de acțiune a membrelor omului raportate la poziția lui normală de lucru; frecvența

Scanned with OKEN Scanner

comenzilor; spațiul de care dispune operatorul; postura predominantă a locului de muncă; înălțimea la care are acces omul; dimensiunile antropometrice medii corespunzătoare unei anumite zone geografice; posibilitatea de vizualizare a tuturor aparatelor și dispozitivelor de urmărire a procesului de așchiere; precizia și importanța mișcării în procesul de prelucrare etc.

De aceea, este necesară respectarea unor reguli generale, care în principal se referă la:

— Asigurarea, printr-o dimensionare corespunzătoare a mașinilor-unelte sau a subansamblurilor de mașini-unelte, a unei poziții corespunzătoare a corpului operatorului în timpul lucrului, în scopul menținerii capacității de muncă a acestuia și a eliminării influențelor negative asupra confortului său la locul de muncă.

— Planul de muncă, elementele de comandă manuală și de urmărire, trebuie să intre în ariile vizuale și ariile sau sferele de acțiune stabilite prin măsurători și recomandate de literatură [39].

— În timpul lucrului, operatorul trebuie să-și poată schimba poziția.

— Elementele de comandă manuală și de urmărire trebuie amplasate diferențiat, funcție de importanța funcțională, frecvența de acționare, succesiunea logică a comenzilor etc.

— Elementele de comandă, a căror manipulare cere aplicarea unor forțe mai mari de 15 kgf, vor trebui să fie acționate de picior și dispuse astfel ca să se ofere o poziție comodă la comanda acestora.

— Comenzile se vor distribui astfel încît să se evite suprasolicitarea vreunui membru, ca efort absolut sau ca durată de aplicare a efortului.

— În cazul elementelor de comandă manuală, acestea vor fi amplasate în zona de lucru a fiecărei mîini, iar dacă același element poate fi acționat de ambele mîini, va fi dispus în dreptul liniei mediane a corpului.

— Elementele de urmărire vor fi grupate pe categorii, amplasate într-un mod unitar și orientate astfel încît să asigure citirea indicațiilor rapid și comod.

— O regulă elementară de stabilire a indicațiilor și simbolurilor pe plăcuțele indicatoare ale panourilor sau pupitrelor de comandă este legată de concordanța între direcția și sensul de acționare al elementelor de comandă și direcția și sensul indicațiilor de pe aceste plăcuțe. Același lucru este pe deplin valabil pentru elementele de comandă a vitezelor de avans ale sănîiilor, a mărimii avansului, turației etc.

Prin urmare, orientarea acestor simboluri trebuie concepută ținînd seama de poziția operatorului în timpul lucrului și a direcțiilor de mișcare a organelor mobile, relativ la acesta.

O serie de alte reguli țin seama, pe lîngă problemele legate de construcția mașinii-unelte, și de poziția dulapului de scule și S.D.V.-uri, de cea a mesei de depozitare cu piese (semifrabricate) și a panoului (la piese mari și complexe, ca de pildă carcase sau batiuri turnate sau sudate) pe care se prinde desenul de execuție al piesei, precum și de poziție reciprocă a mașinilor-unelte, în ideia reducerii timpului auxiliar și al efortului care s-ar depune la transportul interoperațional al pieselor de la o mașină la alta etc.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste aspecte, fiind probleme legate mai mult de economia sau ergonomia industrială, sînt analizate în literatura de specialitate pe larg și nu vor fi expuse în lucrare.

1. Cerința predominantă a **amplasării elementelor de comandă manuală** o constituie cuprinderea acestora în **ariile sau sferele de acțiune.**

Ariile de acțiune sînt determinate de amplitudinile mișcării mîinilor, în limitele normale sau maxime din punct de vedere al posibilităților anatomice ale omului, în diferite planuri (fig. 3.7 și 3.8) [39].

În fig. 3.7 sînt reprezentate ariile maxime și normale de muncă pentru ambele mîini, în plan orizontal, aria maximă fiind determinată de mișcarea întregii mîini (braț, antebraț, încheietura mîinii și cea a degetelor) fără răsucirea mîinii, iar aria normală preferată fiind determinată numai de încheietura mîinii și a antebrațului în mișcarea lor.

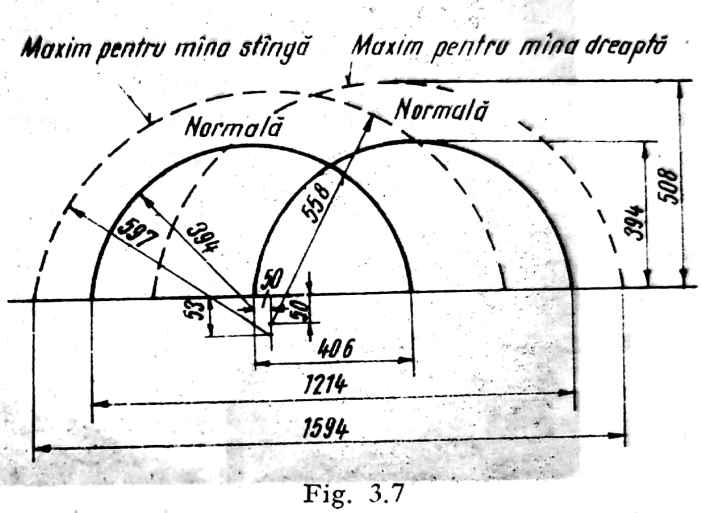


Fig. 3.7

În planul vertical (fig. 3.8) sînt reprezentate trei arii maxime, care corespund taliei scunde (cercul *A*), mijlocii (cercul *B*) și mari (cercul *C*) ale omului.

Cu $A_1 - A_2$, $B_1 - B_2$ și $C_1 - C_2$ s-au notat centrele celor două mîini în cele trei situații, care determină distanțele dintre ele: talie scundă: $A_1 - A_2 = 23{,}11$ cm; talie mijlocie: $B_1 - B_2 = 30{,}48$ cm; talie înaltă: $C_1 - C_2 = 34{,}79$ cm.

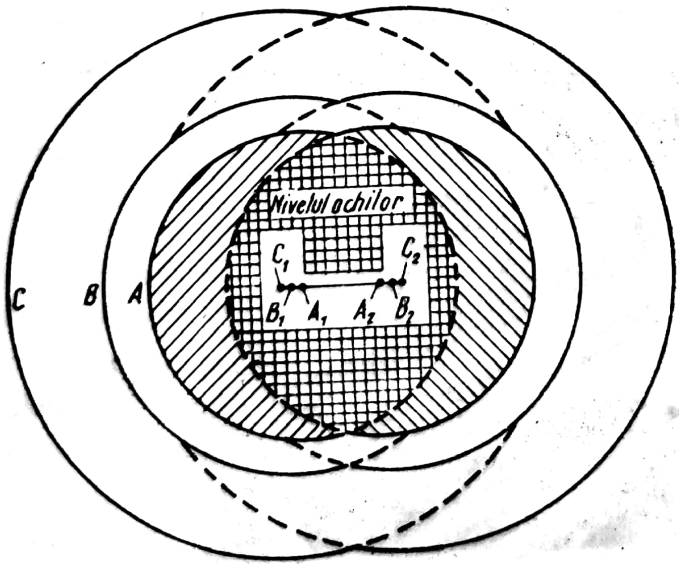


Fig. 3.8

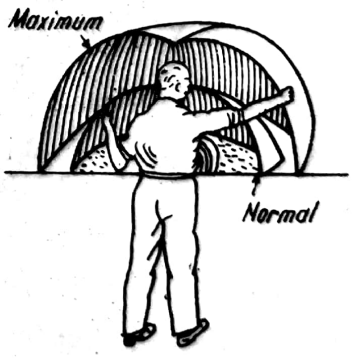


Fig. 3.9

Scanned with OKEN Scanner

Diametrele cercurilor sînt, respectiv: $A = 88{,}39$ cm, $B = 110{,}49$ cm și $C = 153{,}40$ cm.

În cazul reprezentării tridimensionale, rezultă *sferele de acțiune*, maximă și normală, posibile de realizat cu membrele superioare (fig. 3.9) [39].

În dimensionarea mașinilor-unelte, privită din punctul de vedere al posibilităților de lucru, trebuie să se stabilească de la început poziția de lucru a muncitorului: așezat (șezîndă), în picioare (ortostatică) sau în alternanță.

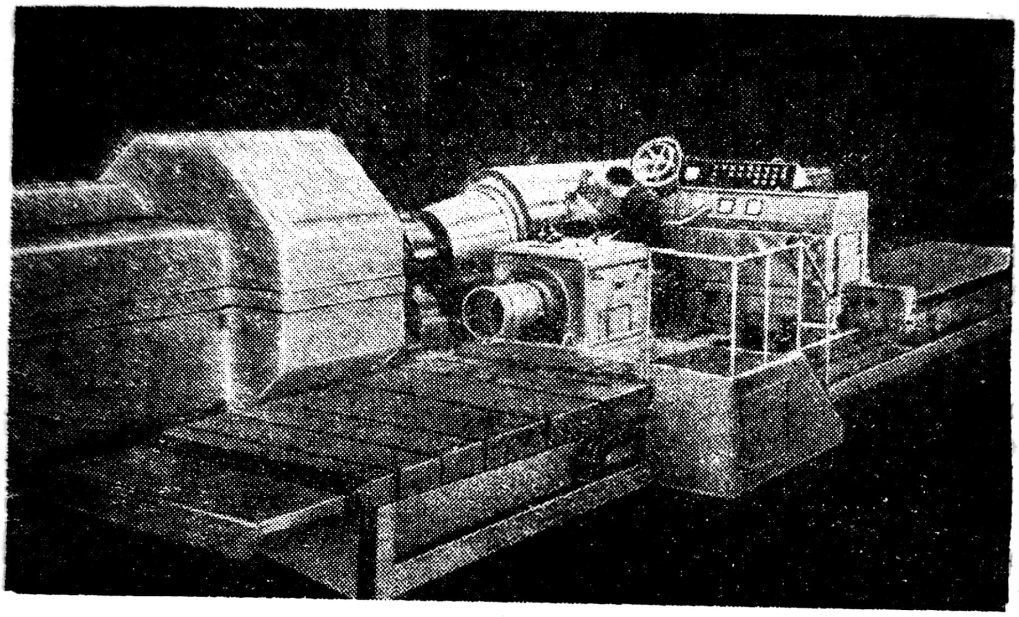


Fig. 3.10

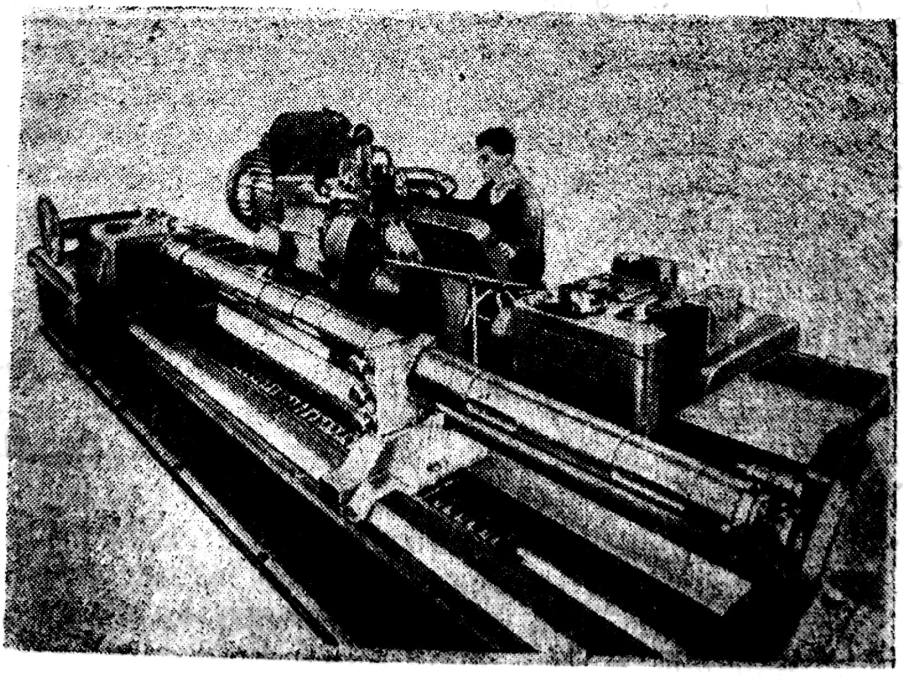


Fig. 3.11

Scanned with OKEN Scanner

Poziția așezat este întîlnită la mașinile-unelte, fie la cele mici, de banc, fie la cele mari (grele), la care, de regulă, omul se deplasează odată cu căruciorul mobil (fig. 3.10, 3.11).

Poziția așezat este cea mai comodă dintre celelalte, asigurînd: oboseală redusă, atît pentru mîini, cît și pentru picioare; stabilitate sporită a corpului; utilizarea unor comenzi „la picior" în paralel cu celelalte acționate manual.

Se recomandă în lucrări ce necesită un ritm redus de muncă și, de asemenea, o amplitudine redusă a mișcărilor, precizie relativ mare și eforturi mici, fapt ce justifică aplicarea la mașinile mici și foarte mari, în care caz, trebuie avută în vedere o demultiplicare mărită a mișcărilor de la manetele de acționare pentru a putea fi manipulate din această poziție.

La mașinile grele, de regulă, poziția este combinată, existînd situații care necesită poziția ortostatică a muncitorului, pentru a observa mai bine procesul de prelucrare.

La mașinile mici, de banc, se utilizează uneori și poziția combinată, ceea ce face să se aibă în vedere amplasarea elementelor astfel încît să existe posibilitatea comenzii sau urmăririi lor în ambele poziții, cu maximum de confort.

În fig. 3.12 se dau orientativ cîteva dimensiuni recomandate [39], (în milimetri) pentru un strung revolver (mic).

Poziția în picioare este cea mai frecventă la mașinile-unelte, întrucît dă posibilitate de acționare mai mare, atît în plan frontal, cît și în adîncime (peste 1 m în plan frontal și peste 30 cm în adîncime), se pot aplica forțe mai mari (peste 10 daN), zona de amplasare ce trebuie manipulată poate fi extinsă, corespunzător cu numărul elementelor de comandă manuală, asigură o mobilitate mai mare etc.

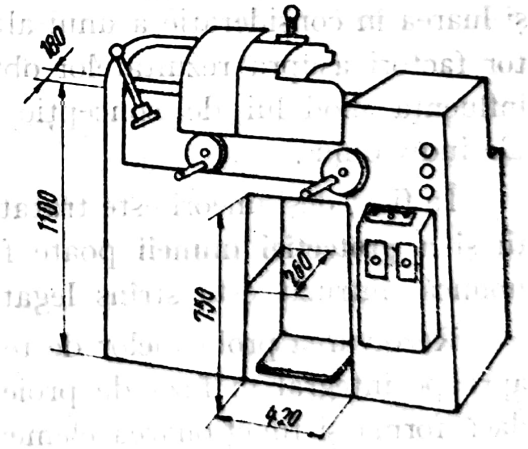


Fig. 3.12

2. Pe lîngă amplasarea elementelor de comandă manuală sau de picior, o problemă la fel de importantă este **amplasarea elementelor de urmărire,** pe pupitre, panouri etc.

Un principiu de bază, în acest sens, este amplasarea aparatelor mai importante și mai frecvent folosite, în centrul atenției, în cîmpul vizual normal, reprezentat de o zonă mărginită la 15° deasupra înălțimii ochilor și 45° dedesubt.

Scanned with OKEN Scanner

3. Pe lîngă cerințele legate de amplasamentul elementelor de comandă, tot atît de importantă este și **problema eforturilor** cu care sînt acționate aceste elemente de membrele operatorului.

Forma elementelor de comandă manuală reprezintă un alt aspect ergonomic, care, la mașinile-unelte, poate asigura realizarea unui contact sigur, precis, între mîna operatorului și elementul respectiv.

Alegerea corectă a formei trebuie să se facă ținînd seama de structura anatomică a mîinii, brațelor și antebrațelor, pentru a specula la maximum, capacitatea de a efectua lucrul mecanic în limitele rezonabile ale cheltuielilor energetice.

Forma elementelor de comandă manuală, sau la picior, determină într-o oarecare măsură microstructura mașinii-unelte, avînd interferențe multiple cu estetica acesteia.

Prin efectul lor negativ asupra organismului uman, **zgomotul și vibrațiile,** emise de mașini în timpul funcționării lor, reprezintă, de asemenea, aspecte ergonomice importante ale mașinilor-unelte.

O abordare completă a unei cercetări ergonomice nu poate fi efectuată fără măsurători și analize privind **solicitările biologice** în procesul deservirii mașinilor-unelte, aspect ergonomic major, prin care se pun în evidență efectele unei construcții concrete asupra unui operator sau a unui grup de operatori umani.

Dispunerea logică a comenzilor pe mașina-unealtă, ca și studiul tuturor celorlalți **factori psihologici** implicați în proiectarea ei, motivează evidența și luarea în considerație a unui alt aspect ergonomic legat de influența acestor factori asupra rezultatelor obținute în prelucrările mecanice și respectiv influența modului de concepție al mașinii asupra solicitărilor psihologice ale individului.

În fine, deși uneori este tratată cu totul independent, problema **securității și a protecției muncii** poate fi privită și ca un aspect de natură ergonomică, întrucît este strîns legată de relația om-mașină.

Rezolvarea problemelor de tehnică a securității muncii trebuie realizată aproape integral în faza de proiectare, întrucît accidentele pot fi eliminate dacă forma și funcționarea elementelor de comandă manuală sau de execuție se supun unei analize critice în diferitele faze de proiectare a mașinii.

Abordarea cercetărilor ergonomice la mașinile-unelte, cu urmărirea aspectelor amintite anterior, poate sta la baza elaborării unor „atestate" ergonomice, al căror scop final să fie realizarea de construcții integrabile pe deplin în „sistemul om-mașină-unealtă".

Scanned with OKEN Scanner

4

AMPLASAREA Elementelor de comandă manuală

4.1. Criterii de amplasare a elementelor de comandă manuală

În condițiile actuale ale dezvoltării industriale, ale mecanizării și automatizării proceselor de producție, omul ocupă locul central în procesul muncii. „Munca este făcută de către om și pentru nevoile sale" [1].

Pentru proiectarea corectă a unei mașini-unelte sau a unui utilaj, este necesară cunoașterea în prealabil a principalelor dimensiuni ale omului, deci antropometria omului.

Suprafața de lucru, amplasarea și dimensiunile dispozitivelor de acționare manuală (pedale, manete, roți, pîrghii, butoane etc.) trebuie să permită o poziție normală a operatorului uman, o acționare ușoară, cu deplasări minime ale acestuia.

Locul de muncă al lucrătorului la mașinile-unelte trebuie conceput în funcție de particularitățile și posibilitățile sale medii, pentru ca munca acestuia să se poată desfășura cu minimum de consum de energie umană, fără implicații patogenetice, dar cu productivitate maximă.

4.1.1. **Dimensiunile antropometrice.** O importanță deosebită în organizarea locului de muncă la mașinile-unelte, ca primă cerință pentru reducerea solicitărilor în timpul muncii, o are luarea în considerare a dimensionilor antropometrice, atît pentru munca în poziția ortostatică, cît și pentru poziția sedentară.

Este cunoscut că atît mediul geografic și social, cît și coordonata temporală influențează variațiile dimensionale ale oamenilor. Pentru o proiectare ergonomică, proiectantul mașinii-unelte trebuie să ia în considerare dimensiunile antropometrice ale populației din zona geografică sau cel puțin țara respectivă.

Dimensiunile antropometrice se pot grupa în două categorii, după gradul lor de detaliere: dimensiuni globale și dimensiuni parțiale.

În proiectarea unui loc de muncă trebuie să se țină seama în primul rînd de dimensiunile globale, pentru ca operatorul să aibă o poziție comodă și pentru ca dispozitivele de comandă manuală să se afle la înălțimea optimă.

Scanned with OKEN Scanner

Dimensiunile globale medii ale corpului omenesc sînt prezentate în tabelul 4.1 [4] și fig. 4.1.

Verificarea înălțimii și lățimii locului de muncă se poate face folosind șabloane transparente (pe calc sau folie de celuloid), avînd dimensiunile reduse la scară sau șabloane-manechin, cu articulații mobile, construite de asemenea la scară (fig. 4.2).

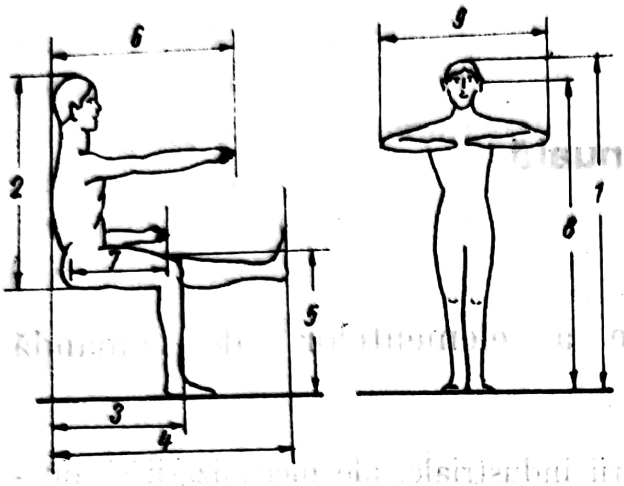


Fig. 4.1

Proiectantul trebuie să țină seamă însă și de dimensiunile antropometrice detaliate, pentru dimensionarea corectă a locului de muncă. Aceste dimensiuni sînt prezentate în fig. 4.3 și tabelul 4.2.

Principiile generale de aplicare a antropometriei în activitatea de proiectare a locului de muncă au fost sistematizate astfel [43]:

— caracteristicile dimensionale și funcționale ale operatorului uman

Tabelul 4.1

Dimensiuni antropometrice

Nr. crt.	Descrierea elementului antropometric	Bărbați		Femei	
		Media	Abaterea (+ sau —)	Media	Abaterea (+ sau —)
1	2	3	4	5	6
1	Înălțimea totală (în picioare, încălțat)	1750	140	1645	120
2	Distanța din vîrful capului pînă la suprafața de contact a feselor cu scaunul (poziția așezat, spate drept)	900	70	850	70
3	Distanța de la spatele coapsei pînă la fața genunchiului (poziția așezat)	590	40	565	40
4	Distanța de la spatele coapsei la talpa încălțămintei (așezat, picioare întinse)	1065	90	1020	90
5	Distanța de la partea de sus a genunchiului pînă la sol (așezat)	545	30	525	30
6	Distanța de la spate la vîrful degetului mijlociu al mîinii (brat întins)	855	70	767	70

Tabelul 4.1 (continuare)

1	2	3	4	5	6
7	Distanța de al vîrful cotului la extremitatea degetului mijlociu al mîinii (braț îndoit)	460	30	365	30
8	Distanța de la ochi pînă la sol (în picioare, încălțat)	1625	140	1540	120
9	Distanța (lățimea) între coaste (brațe ridicate orizontal lateral)	920	74	845	72

trebuie luate în considerare din prima etapă a elaborării proiectului mașinii-unelte; luarea în considerare a acestor aspecte într-o etapă ulterioară este tardivă și de cele mai multe ori ineficientă;

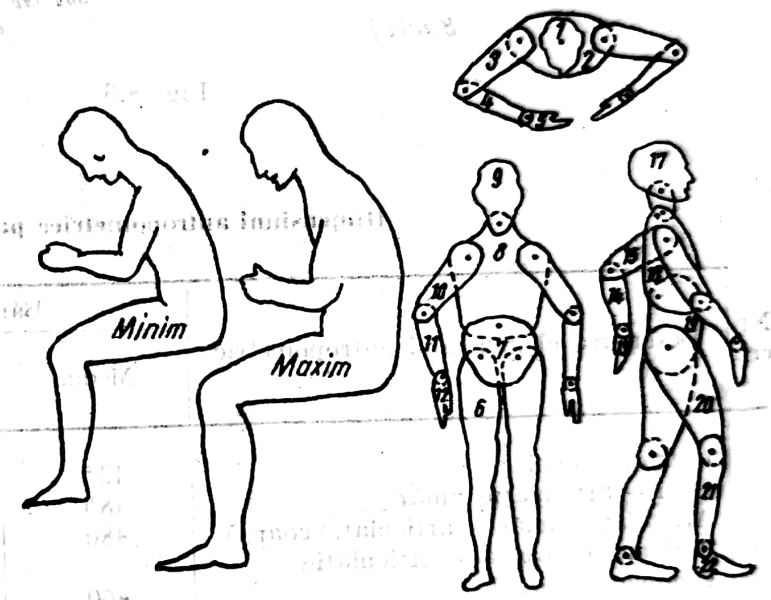


Fig. 4.2

— operatorul uman trebuie imaginat funcțional în cadrul activității sale, în relația om-mașină-unealtă, și din acest motiv trebuie luate în considerare, pe lîngă dimensiunile antropometrice statice, și dimensiunile dinamice privitoare la locul de muncă, conceperea și amplasarea dispozitivelor de acționare și comandă manuală;

— este necesar să se prevadă rațional toleranțele spațiale pentru oameni și echipamente, avînd în vedere condițiile complexe în care se desfășoară activitatea productivă (de exemplu: în condiții de stress, amplitudinea mișcărilor este mai mare decît în condiții normale de muncă).

Activitatea eficientă la locul de muncă este condiționată, printre alți factori, și de modul în care dimensiunile mașinilor și utilajelor, mobilierului etc. corespund limitelor dimensionale ale operatorului uman și îi conferă o condiție posturală de muncă optimă.

Din aceste motive, dimensiunile antropometrice trebuie luate în considerare, la proiectarea sau reproiectarea ergonomică a mașinilor-unelte, ca factor deosebit de important, întrucît nerespectarea lor de către proiectanți

Scanned with OKEN Scanner

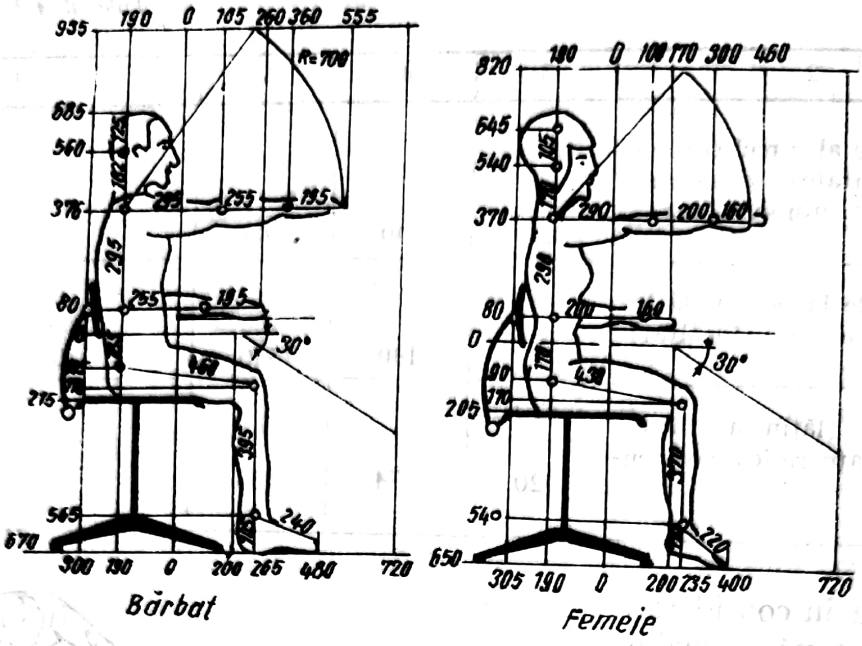


Fig. 4.3

Tabelul 4.2

Dimensiuni antropometrice parțiale

Nr. crt.	Descrierea elementului antropometric	Bărbați		Femei	
		Media	Abaterea (+ sau −)	Media	Abaterea (+ sau −)
1	Creștet — ochi	125	10	105	10
2	Ochi — articulație umăr	185	15	170	15
3	Articulație umăr — articulație coapsă	480	30	460	30
4	Articulație coapsă — articulație genunchi (așezat)	460	30	430	30
5	Articulație genunchi — gleznă	395	25	370	25
6	Gleznă-sol (încălțat)	105	10	110	10
7	Gleznă-vîrf încălțăminte	240	20	220	20
8	Articulație umăr — articulație cot	295	20	290	20
9	Articulație cot — articulație mînă	255	20	200	20
10	Articulație mînă — vîrf deget mijlociu al mîinii	195	15	160	15
11	Distanța între coate (brațele vertical, antebrațele orizontal înainte)	428	72	374	82
12	Lățime umeri (secțiune frontală)	469	50	419	56
13	Lățime fese (așezat)	377	50	406	54
14	Lățime umăr — cot	371	40	355	36
15	Înălțime cot — suprafață de șezut	231	52	231	46

conduce, de cele mai multe ori, la intensificarea solicitărilor fizice, creșterea consumului de energie umană și favorizează apariția rapidă a oboselii cu repercusiuni negative asupra productivității muncii.

Scanned with OKEN Scanner

În ce privește poziția corespunzătoare a corpului operatorului în timpul muncii (în picioare, șezînd sau în alternanță), ea este dependentă de organizarea locului de muncă, de datele dimensionale, precum și de specificul muncii (preponderent fizică, de atenție, de concentrare vizuală etc.).

În general pozițiile nenaturale ale corpului operatorului în timpul activității productive menținute timp prelungit (aplecat sau torsionat) sau pozițiile de lucru în picioare în efort static sînt dezavantajoase pentru organism și îi reduc apreciabil randamentul [43].

4.1.2. **Zonele spațiale de acționare.** Pentru amplasarea rațională a dispozitivelor de acționare sau a surselor de informații vizuale, este important să fie luate în considerare zonele normale și zonele maximale de lucru.

Aceste zone sînt determinate de dimensiunile brațelor și de posibilitățile de rotire a capului și ochilor.

Zonele de lucru normale și maximale, în plan orizontal și vertical pentru un operator de statură medie (1,70 m), sînt prezentate în fig. 4.4, 4.5 și 4.6.

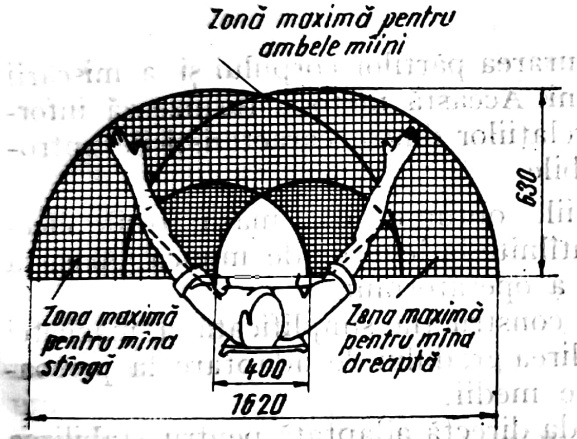


Fig. 4.4

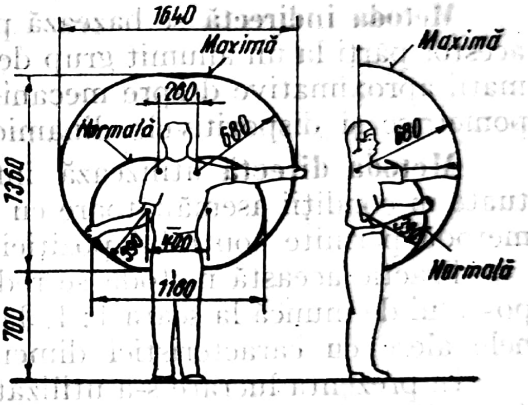


Fig. 4.5

Unghiurile maxime și unghiurile optime de rotire a ochilor și capului sînt prezentate în fig. 4.7 și 4.8.

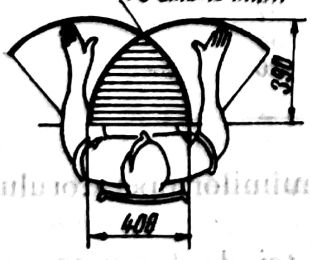


Fig. 4.6

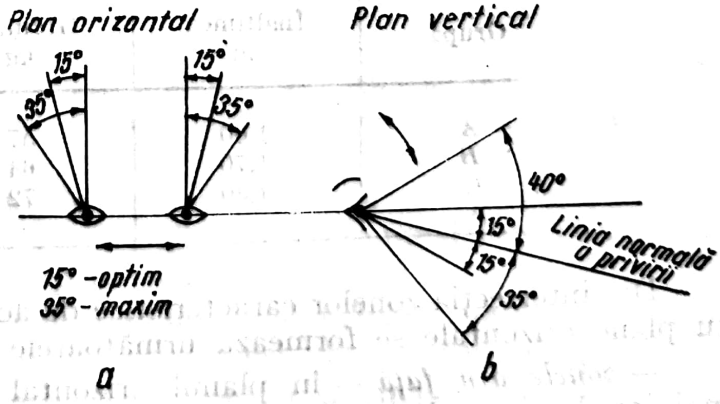


Fig. 4.7

Informațiile vizuale pentru operatorul la mașini-unelte sînt prezentate prin intermediul dispozitivelor mecanice, optice și inscripțiilor.

Amplasarea surselor de informații vizuale la mașina-unealtă se va face pe cît posibil în zona optimă a privirii (în unghiul optim).

Stabilirea datelor referitoare la capacitățile spațiale se efectuează cu ajutorul metodelor indirecte și directe.

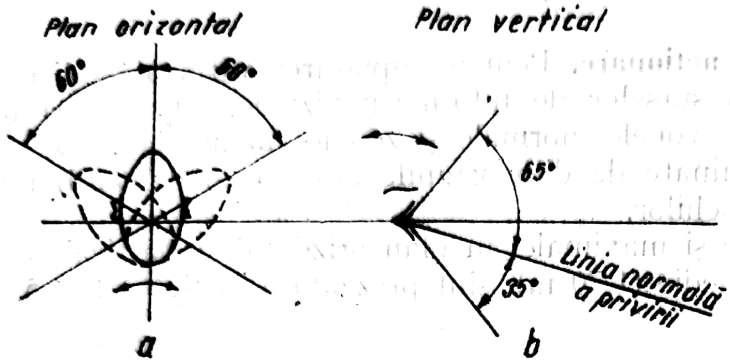


Fig. 4.8

Metoda indirectă se bazează pe măsurarea părților corpului și a mișcării acestor părți la un anumit grup de oameni. Această metodă furnizează informații aproximative despre mecanismul relațiilor dintre caracteristicile antropometrice și dispozitivele dinamice mobile.

Metoda directă utilizează informațiile obținute din măsurătorile efectuate în condiții asemănătoare cu cele întîlnite la locurile de muncă. Această metodă permite controlul poziției reale a operatorului.

Practic această metodă se reduce la construcția simplificată a machetei postului de muncă la scara 1: 1, la stabilirea gradului de adaptare la persoanele alese cu caracteristici dimensionale medii.

În prezenta lucrare s-a utilizat metoda directă adaptată pentru stabilirea domeniilor și pozițiilor operatorilor la mașini-unelte, care lucrează în costum de lucru.

Caracteristicile medii ale grupului de operatori luat în considerare sînt următoarele [56]:

Grupa	Înălțimea m	Greutatea kg	Vîrsta ani
A	1,60	57	37
B	1,70	64	38
C	1,80	72	36

Din intersecția zonelor caracteristice de acțiune ale mîinilor operatorului cu plane orizontale se formează următoarele zone:

— *zonele din față* — în planul orizontal al suprafeței de lucru (5 cm mai jos de cot), planul de referință fiind planul frunții;

Scanned with OKEN Scanner

— *zonele laterale* — în planul orizontal al suprafeței de lucru, planul de referință fiind planul umerilor;

— *zonele verticale* — în planul frunții și al umerilor, planul de referință fiind planul bazei.

Prin urmare planurile de referință sînt: planul orizontal al bazei; planul orizontal al umerilor; planul orizontal al frunții, tangent la operator.

Aceste planuri permit localizarea punctelor de măsurare pe elementele limită ale locului de muncă (de exemplu muchia din față a mesei de lucru). Acest sistem este utilizat în lucrările [20], [27].

În problema alegerii dimensiunilor optime, utilizarea valorilor medii se asigură de către majoritatea persoanelor pentru care gradul de adaptare este corespunzător.

4.1.3. **Criterii de amplasare.** Criteriile de bază în crearea spațiului de lucru sînt legate de dimensiunile antropometrice ale operatorilor.

Sferele de acțiune ale brațelor determină spațiul în care operatorul va efectua corect operația respectivă. Zonele de manipulare pot fi diferențiate corespunzător unor „clase de mișcare", astfel încît clasei superioare să-i corespundă un efort mărit, timp mai mare și precizie de manipulare redusă.

În literatură sînt adoptate următoarele criterii pentru zonele spațiale de acționare în poziția ortostatică [17]:

— *sfera minimă* — determinată de pozițiile succesive ale centrului palmei la poziția apropiată a mîinilor la înălțimea încheieturilor cotului (mișcarea în încheietură deasupra pumnului);

— *sfera normală* — determinată de pozițiile succesive ale centrului palmei la rotirea antebrațului în jurul încheieturii cotului;

— *sfera maximă* — determinată de pozițiile succesive ale centrului palmei la mișcarea întregii extremități (brațul și antebrațul) în jurul încheieturii umărului. Delimitările spațiului de acționare sînt funcție de dimensiunile umerilor și de sfera lor de mișcare în poziția operatorului îndreptată către zonele de manipulare;

— *sfera forțată* — determinată de pozițiile succesive ale centrului palmei la mișcarea întregii extremități și înclinarea spatelui;

— *sfera forțată maximă* — determinată de înclinarea spatelui la pierderea echilibrului.

Se presupune că corpul operatorului se comportă ca un sistem autoreglabil, care adoptă poziția cea mai adecvată în situația spațială dată. În acest caz, poziția de lucru va fi determinată de localizarea elementelor de comandă manuală.

În proiectarea mașinilor-unelte se recomandă să se opereze cu zonele optime. Zonele periferice ale domeniilor sînt permise numai în cazuri excepționale (la folosire foarte rară și de scurtă durată).

Pentru proiectare este important să se stabilească *limitele optime de manipulare*, care sînt funcție, printre alți factori, de condițiile de percepere.

Se poate stabili un domeniu (zonă) optim de manipulare cu ambele mîini, care în planul orizontal de lucru este determinat de suprapunerea

zonelor de acționare ale mîinii stîngi și drepte și care este limitat în direcție verticală de planurile orizontale care trec prin încheieturile umărului și cotului.

Un alt criteriu de clasificare a sferelor de lucru ale operatorului uman îl constituie *confortul de manipulare*. Acesta depinde de felul mișcării, direcția mișcării și poziția de lucru.

În această concepție felul mișcării și poziția de lucru sînt funcție de amplasarea elementelor de comandă manuală în spațiul de lucru (la mașina-unealtă). De aici, reiese necesitatea operării cu sferele spațiale ale postului de lucru pentru determinarea gradului de adaptare a sistemelor de manipulare.

Dimensiunile principale ale zonei de lucru sînt identice pentru poziția de stat în picioare (ortostatică) și de stat jos (șezîndă).

4.2. Suprafața optimă de amplasament a elementelor de comandă manuală

Problema optimizării sistemelor de elemente de comandă manuală a mașinilor-unelte cuprinde următoarele aspecte:

a. **Operarea prin gabaritul funcțional, propriu elementelor date.** Conform acestui criteriu, la compararea elementelor de comandă manuală trebuie să se opereze nu numai cu mărimea părții de manipulare și de construcție, ci și cu gabaritul funcțional, precum și cu spațiul necesar, care asigură confortul de manipulare.

b. **Optimizarea relației dintre elemente în cadrul sistemului din punct de vedere al criteriului adoptat.** Elementele de manipulare trebuie să fie amplasate conform principiilor de optimizare cu dominanta adoptată, corespunzător situației date: legături funcționale, ordinea de deservire, frecvența de utilizare, importanța etc.

c. **Optimizarea relațiilor element de comandă manuală — sferă de manipulare.** La soluționarea relațiilor element-sferă, un rol important îl are criteriul confortului de manipulare în sfera dată pentru realizarea sarcinilor importante care se efectuează des și precis.

În fig. 4.9 sînt prezentate *domeniile (zonele) din față* pentru postul de muncă desfășurat, considerînd că muncitorul se poate deplasa în fața acestuia. Domeniul optim este hașurat dublu. Sînt indicate valorile domeniilor respective pentru grupele *A* și *B* de operatori, în poziția de lucru ortostatică [17].

În fig. 4.10 este indicat *domeniul optim din față* situat la 350 mm în planul orizontal la înălțimea de 105 cm, pentru poziția ortostatică de lucru (grupa *B* de operatori).

Scanned with OKEN Scanner

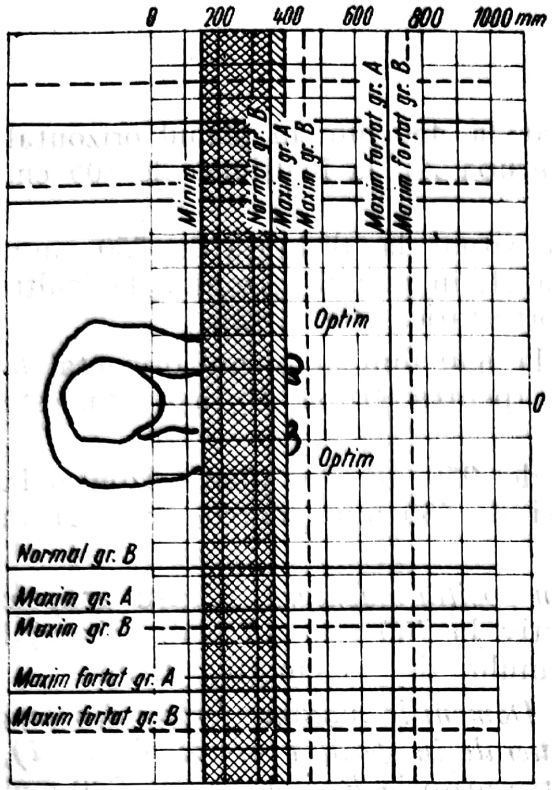
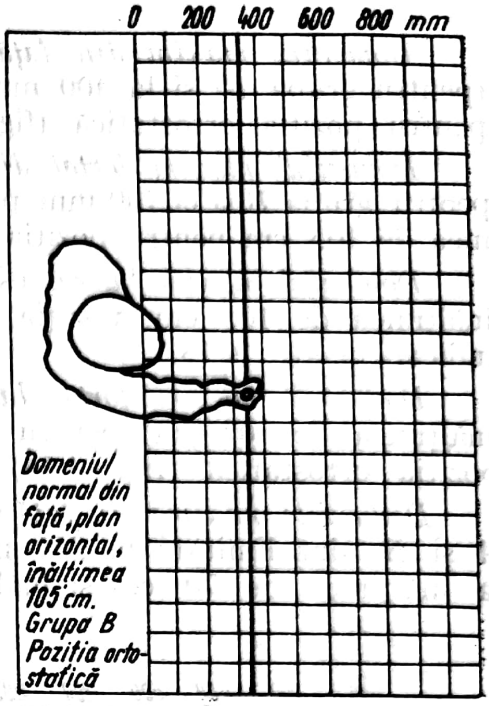


Fig. 4.10 →

← Fig. 4.9



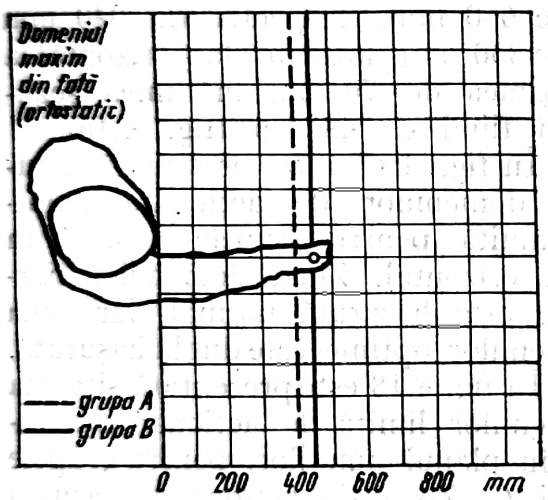


Fig. 4.11

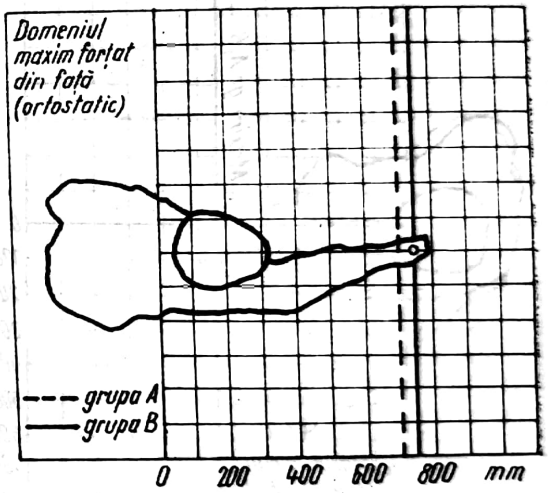


Fig. 4.12

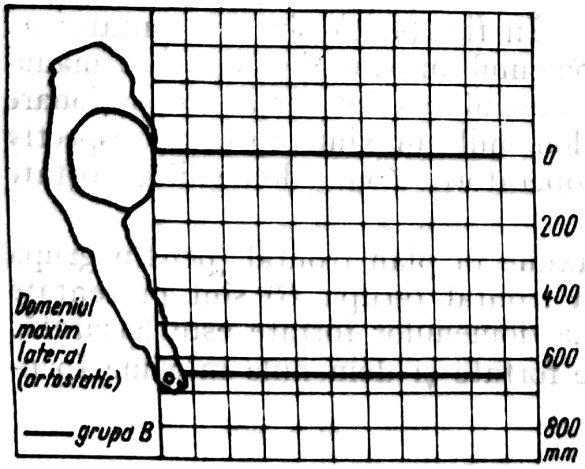


Fig. 4.13

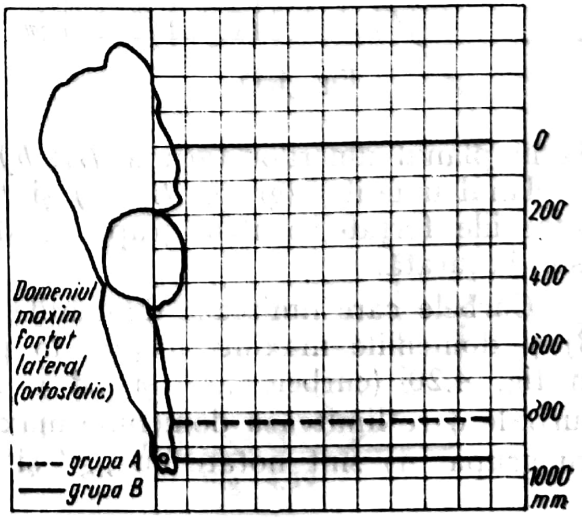


Fig. 4.14

Scanned with OKEN Scanner

Domeniul maxim din față este situat la 450 mm în planul orizontal (pentru grupa *B*) și la 400 mm (pentru grupa *A*), la înălțimea de 105 cm pentru poziția ortostatică (fig. 4.11).

Domeniul maxim forțat din față este situat la distanța de 750 mm pentru grupa *B* și la 700 mm pentru grupa *A*, în planul orizontal la înălțimea de 105 cm pentru poziția de lucru ortostatică (fig. 4.12).

Domeniul maxim lateral este limitat la 650 mm în planul orizontal la înălțimea de 105 cm, poziția ortostatică (pentru grupa *B*), așa cum este indicat în fig. 4.13.

Domeniul maxim forțat lateral este de 950 mm (în plan orizontal la înălțimea de 105 cm) pentru grupa *B* și de 830 mm pentru grupa *A*, în poziția ortostatică (fig. 4.14).

Domeniile maxime din față și laterale în poziția sedentară, pentru grupele *A* și *B*, sînt limitate la 550 mm, respectiv la 700 mm, în plan orizontal la înălțimea de 70 cm și înălțimea scaunului de 44 cm (fig. 4.15).

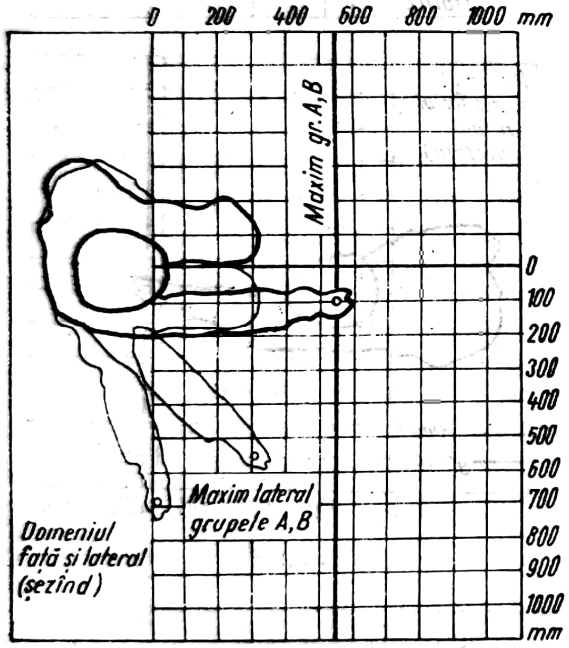


Fig. 4.15

Domeniile maxime forțate din față și laterale în poziția așezat (șezîndă), pentru grupele *B* și *A*, sînt de 720 mm și de 660 mm, respectiv de 940 mm și de 830 mm, într-un plan orizontal la înălțimea de 70 cm, înălțimea șezutului fiind de 44 cm (fig. 4.16).

În fig. 4.17 este prezentată situația domeniilor de acționare manuală limită pentru grupele *A* și *C*, în plan orizontal. Zona domeniilor normale este haşurată normal, iar zona domeniilor optime este dublu haşurată.

În fig. 4.18 este prezentată situația domeniilor limită de acționare manuală în planul umerilor, pentru grupele *A* și *C*. Zona de acționare normală este haşurată simplu, iar zona de acționare optimă este haşurată în dublu sens.

În fig. (4.19) sînt prezentate: *a)* domeniul maxim de acționare manuală în planul umerilor (grupa *B*); *b)* domeniul maxim forțat de acționare în planul umerilor (grupa *B*); *e)* și *f)* domeniile maxime forțate, respectiv domeniile forțate pentru grupa *A* de operatori. Zona domeniilor forțate este haşurată.

Curbele care limitează domeniile maxime în plan frontal (pentru grupa *B*) și domeniile maxime forțate în plan frontal (grupa *B*) sînt prezentate în fig. 4.20 (curbele „*c*" și „*d*"). Zona domeniilor forțate este haşurată. Curbele care limitează domeniile maxime forțate și domeniile maxime (pentru grupa *A*) sînt notate cu „*g*" și „*h*".

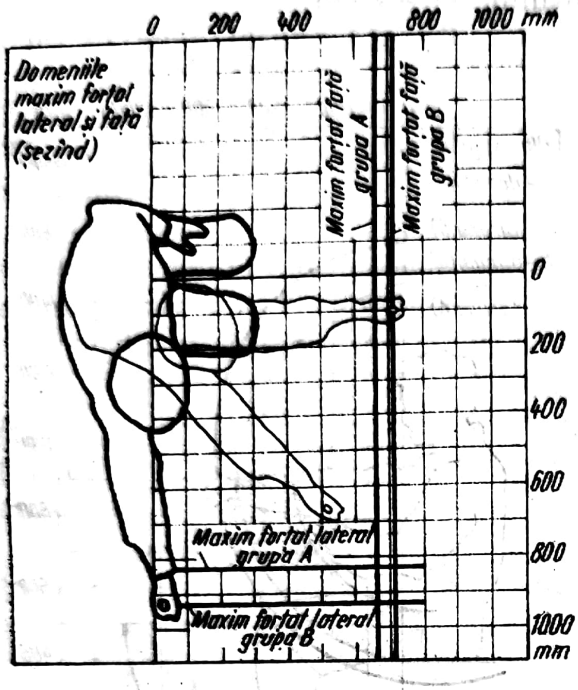


Fig. 4.16

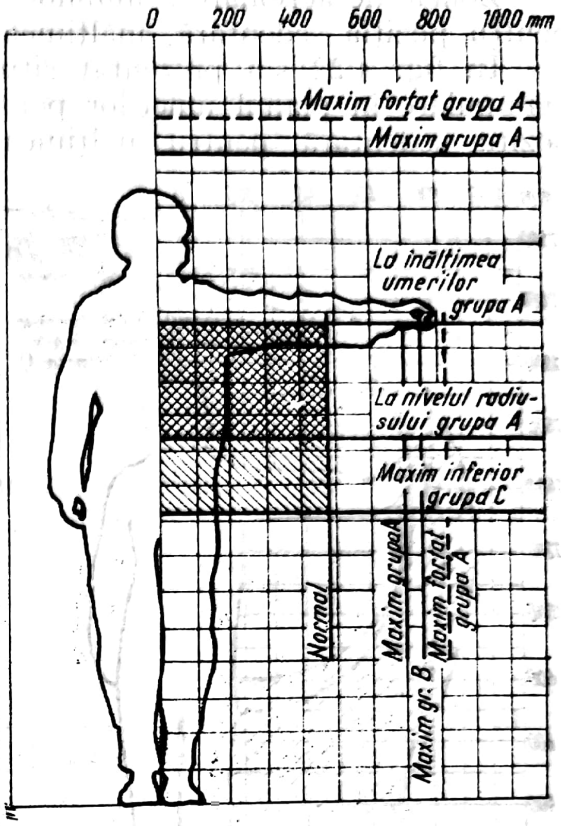


Fig. 4.17

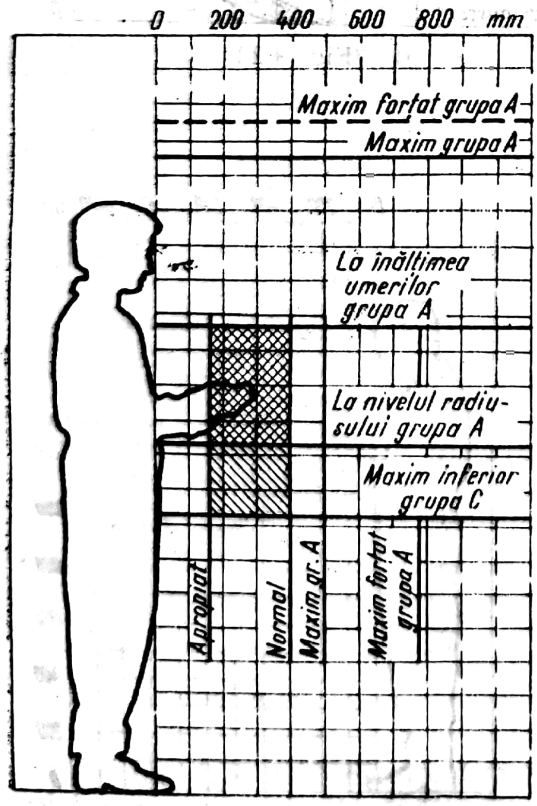


Fig. 4.18

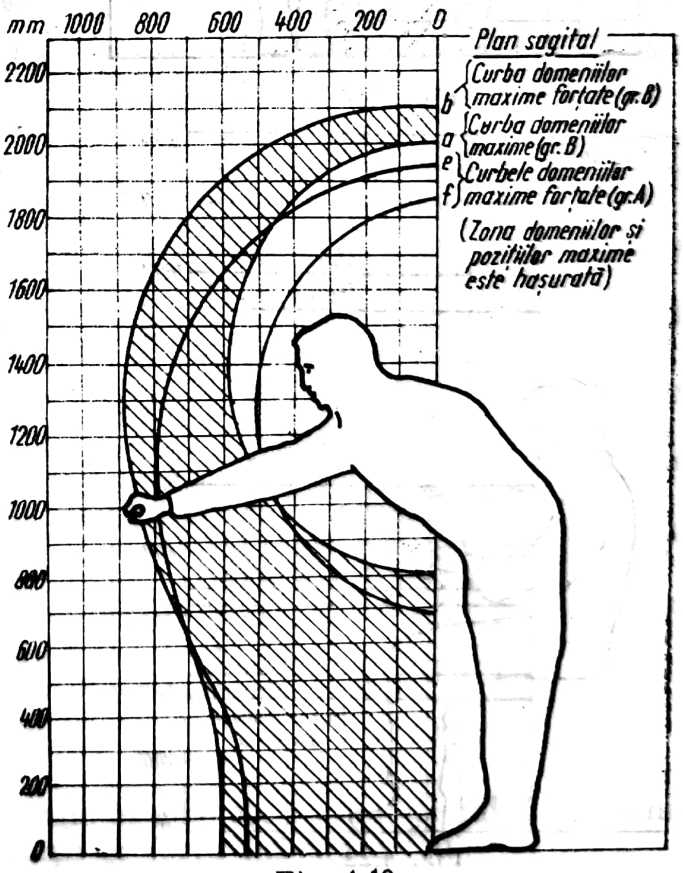


Fig. 4.19

Zonele de acționare a mîinilor și picioarelor sînt prezentate în fig. 4.21, pentru poziția sedentară, înălțimea șezutului fiind de 40 cm.

În fig. 4.22 s-a prezentat situația măsurilor verticale și a zonelor de manipulare în planul umerilor pentru grupele *A* și *B* de operatori, pentru poziția sedentară, pentru înălțimea șezutului de 45 cm.

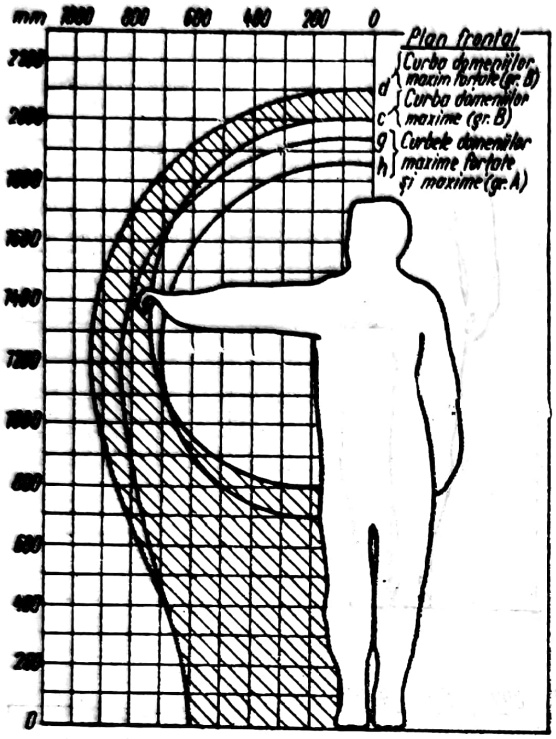


Fig. 4.20

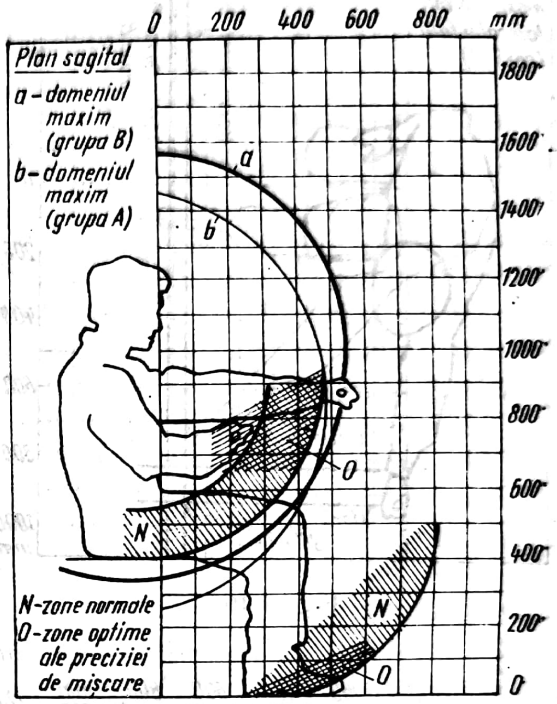


Fig. 4.21

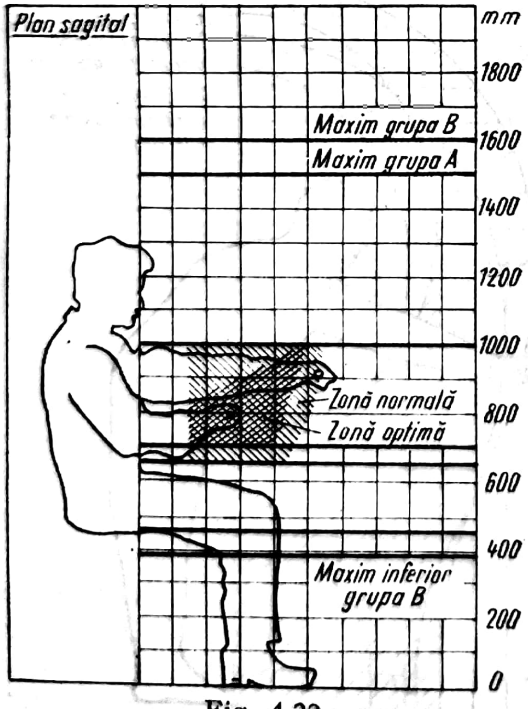


Fig. 4.22

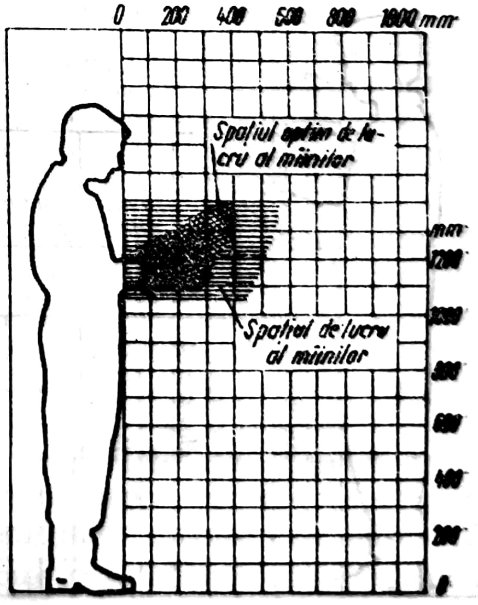


Fig. 4.23

Situația dimensiunilor funcționale pentru 90% din operatorii de la mașini-unelte luați în considerare este următoarea [4]:

Zona înălțimii optime de manipulare determinată de înălțimea încheieturii cotului (grupa *C*) — 115 cm și înălțimea încheieturii umărului (grupa *A*) — 135 cm; Zona superioară maximă (grupa *A*) — 185 cm; Zona inferioară maximă (grupa *C*) — 83 cm; Zona maximă superioară forțată (grupa *A*) — 195 cm; Zona maximă din față la nivelul umărului (grupa *A*) — 50 cm; Zona maximă forțată din față la nivelul de 100—110 cm pentru grupa *A* — 79 cm; Zona laterală maximă la nivelul umărului (grupa *A*) — 71 cm; Zona maximă forțată laterală la nivelul umărului (grupa *A*) — 83 cm.

Pe baza datelor antropometrice și a zonelor limită prezentate anterior, se pot determina limitele spațiale pentru amplasarea elementelor de comandă manuală ale mașinii-unelte pentru pozițiile ortostatică și șezîndă.

S-a determinat astfel spațiul de lucru al mîinilor (haşurat simplu), spațiul de lucru optim al mîinilor (haşurat dublu), în plan vertical (fig. 4.23), și spațiul de acțiune al mîinilor (haşurat simplu), precum și spațiul optim de acționare al mîinilor (haşurat dublu), într-o secțiune în plan orizontal (figura 4.24) [4].

De asemenea, s-a determinat înălțimea domeniului de acționare manuală în poziția ortostatică. Înălțimea domeniului de acționare este cu atît mai mare, cu cît operația este mai precisă și necesită efort fizic mai redus (fig. 4.25) [4], [19].

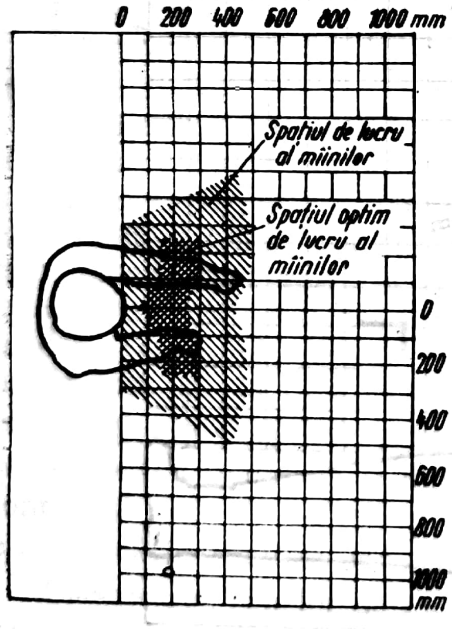


Fig. 4.24

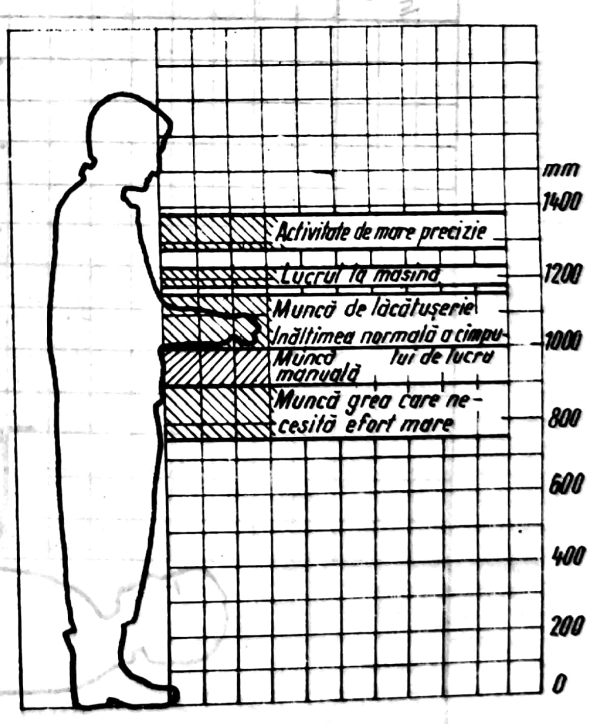
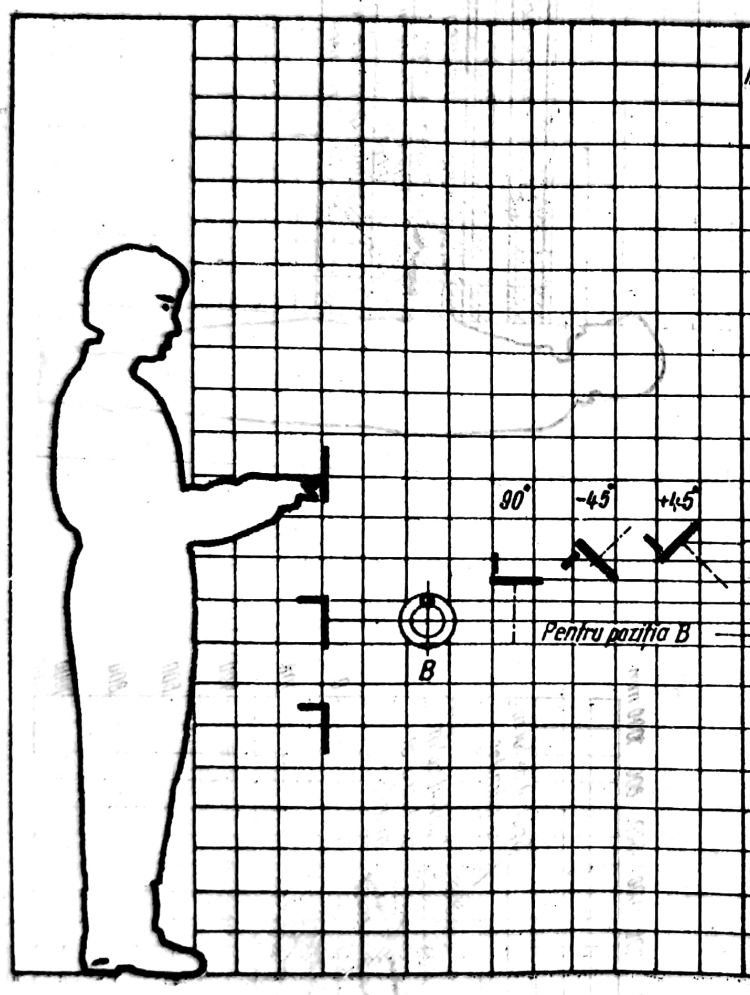


Fig. 4.25

În fig. 4.26 se prezintă dimensiunile optime ale roților de mînă și manivelelor pentru diferite înălțimi, poziții și forțe măsurate [50].



Înălțimea [mm]	Diametrele rotilor de mînă			Razele pînă la mînere		
	La forța de:			La forța de:		
	0 daN/m	16 daN/m	36 daN/m	0 daN/m	16 daN/m	36 daN/m
1200	75-150	200-400	250-400	40-110	110	110-190
1050	75-150	250	250-400	40-110	40-110	110
1000	75-150	150-400	250-400	40-190	40-110	40-190
950	75-250	250-400	400	80-110	40-110	40-190
850	75-200	250-400	400	40-110	40-110	40-190
	75-150	250	250			
600	75-150	250	400	-	-	-

Fig. 4.26

Scanned with OKEN Scanner

Pentru dimensionarea pupitrelor de comandă la care se lucrează în poziţia ortostatică, se recomandă amplasarea sistemelor de comandă şi a sistemelor informaţionale conform fig. 4.27 [56].

În fig. 4.28 se prezintă recomandările referitoare la zonele de acţionare manuală în poziţie şezîndă [20] [57].

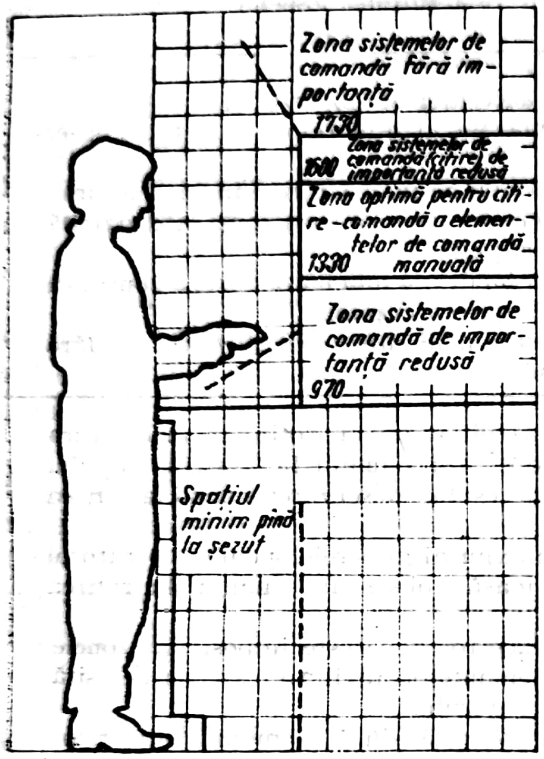


Fig. 4.27

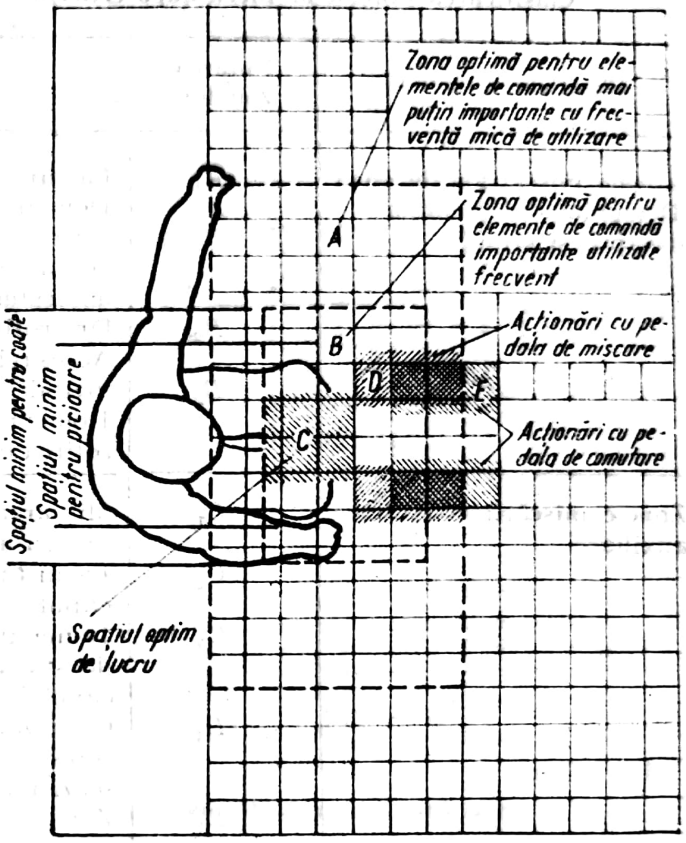


Fig. 4.28

Recomandări privitoare la poziţia de acţionare a roţilor de mînă cu manivelă sînt prezentate în fig. 4,29, şi anume: în fig. 4.29, *A* se prezintă sistemul optim de acţionare a roţii cu manivelă, cînd este necesară o forţă mare de acţionare. Mînerul se plasează în poziţia paralelă cu planul frontal, din partea stîngă sau dreaptă, iar în fig.4.29, *B* se prezintă sisteme unghiulare optime pentru rotaţii rapide ale roţilor cu manivelă. Unghiul dintre planul frontal şi axa de rotaţie a roţii trebuie să se găsească în limitele 60°—90° [51].

Clasificarea zonelor de lucru după criteriul accesibilităţii este prezentată în tabelul 4.3 şi fig. 4.30.

Utilitatea zonelor de acţionare din punct de vedere al frecvenţei de manipulare şi din

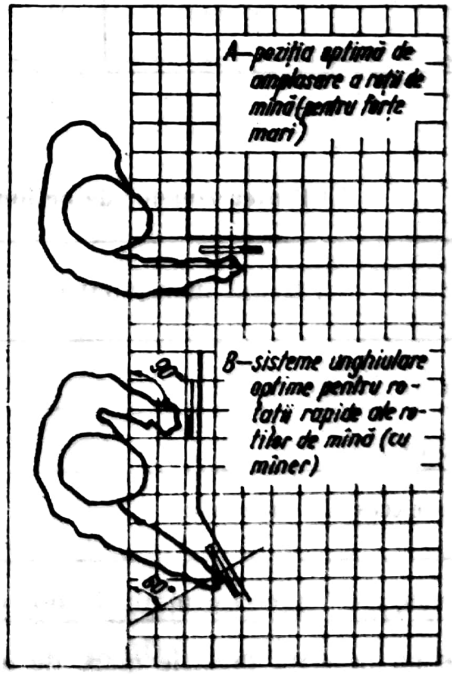


Fig. 4.29

punct de vedere al tipului mișcărilor sînt prezentate în tabelele 4.4 și 4.5 [51].

Tabelul 4.3

Clasificarea zonelor de lucru după criteriul accesibilității

Clasificarea zonelor	Notarea zonelor	Utilitatea zonelor
Zonele mișcărilor de bază Domeniul dintre mîna dreaptă și stîngă	A_1	Facilitatea accesului și observației
	A_2	Domeniul maxim al mînerelor, facilitatea observației
	B_1	Mișcarea întregii mîini cu rotire în încheietura umărului; cea mai mare parte a zonei este vizibilă fără rotirea capului
	B_2	Acces relativ facil; cea mai mare parte a zonei este vizibilă fără rotirea capului
	B_3	Domeniul maxim al mînerelor; vizibilitate fără rotirea capului
Zonele mișcărilor auxiliare	C_1	Mișcarea întregii mîini cu rotire în încheietura umărului; observare numai la rotirea capului
	C_2	Facilitatea accesului; observarea numai la rotirea capului
	C_3	Domeniul maxim al mînerelor pentru operatorul de statură joasă; observare numai la rotirea capului
	D_1	Observarea acestor zone este imposibilă; zonele corespund elementelor auxiliare care nu necesită serviciul operatorului
	E_1	Zonele care se află după domeniul mînerelor corespund numai locurilor de amplasare a dispozitivelor (zonele E_1, E_2, fără rotirea capului, E_3— prin rotirea capului)

Tabelul 4.4

Utilitatea zonelor de acționare din punctul de vedere al genului de manipulare

Genul manipulării	Zonele
Cu frecvență mare	A_1, B_1, B_2, C_1, C_2
Periodică	A_2, B_3, C_3, D_1, D_2, E_1, E_2, E_3
Cu exces de greutate	A_1 (partea din apropierea operatorului), B_1, C_1
Ce necesită precizie mare de observare	A_1, A_2, B_2, E_3, E_1, E_2
Ce nu necesită precizie mare de observare	C_1, C_2, C_3, D_1 D_2, E_3

Scanned with OKEN Scanner

Zonele de amplasare ale dispozitivelor de acționare pe postul de comandă și forma pupitrului de comandă, precum și amplasarea dispozitivelor de semnalizare și comandă ale pupitrului pentru poziția șezîndă și a zonelor preferențiale, conform recomandărilor din literatură [26], sînt prezentate în fig. 4.31; 4.32; 4.33.

Pentru înălțimea planului de lucru, în funcție de felul activității, în pozițiile șezîndă sau ortostatică, pot fi luate în considerare recomandările date în fig. 4.34, 4.35 și 4.36 [27], [58].

În fig. 4.36 sînt prezentate zonele de lucru optime ale mîinilor și picioarelor (zonele haşurate) pentru operatori cu înălțimea de 1,75 m.

Cu ajutorul diagramelor din fig. 4.37, *a* se poate determina înălțimea planului de lucru, eventual și înălțimea scaunului, pentru lucrul în poziția șezîndă funcție de înălțimea operatorului. De exemplu: pentru înălțimea

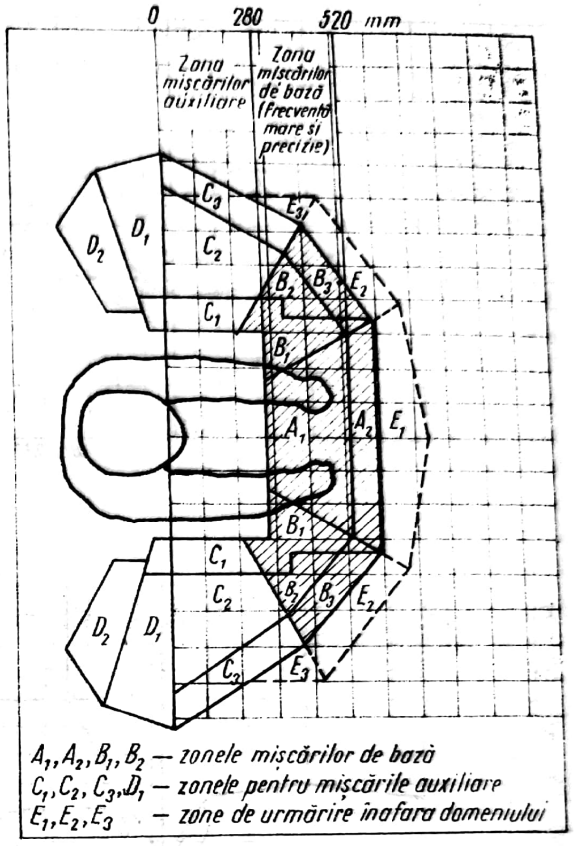


Fig. 4.30

Tabelul 4.5

Utilitatea zonelor de lucru din punctul de vedere al genului mișcărilor

Nr. crt.	Genul mișcării	Utilitatea zonelor
1	Apăsarea butonului	A_2, B_3, C_3, D_2, E_1, E_2, E_3
2	Mișcarea pîrghiei sau manetei	Toate zonele în spațiul la distanța mai mare de 300 mm de la pct. 1
3	Munca efectuată cu degetele	Toate zonele din spațiul la distanța mai mare de 50—80 mm de la pct. 1
4	Munca efectuată cu palma	A_1, A_2, B_1, B_2
5	Diferite tipuri de mișcări	B_3, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2
6	Activitate cu o singură mînă, cu forța mai mare de 12 daN	A_1, B_2, C_2 D_1,

operatorului de 1,70 m, planul de lucru trebuie să fie la înălțimea de aproximativ 104 cm pentru poziția de lucru ortostatică, iar pentru poziția șezîndă, scaunul (partea de șezut) trebuie ridicat la înălțimea de circa 75 cm.

Scanned with OKEN Scanner

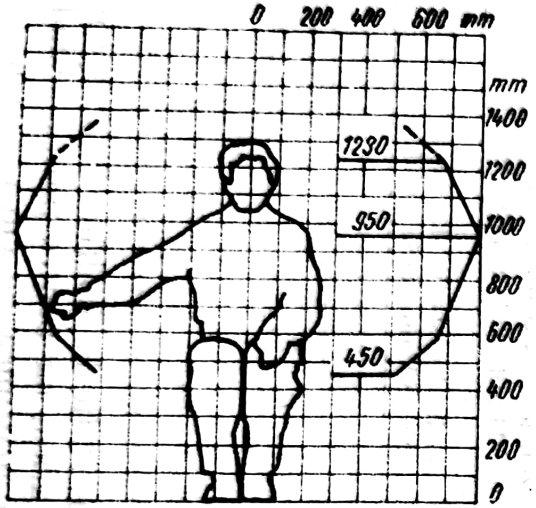


Fig. 4.31

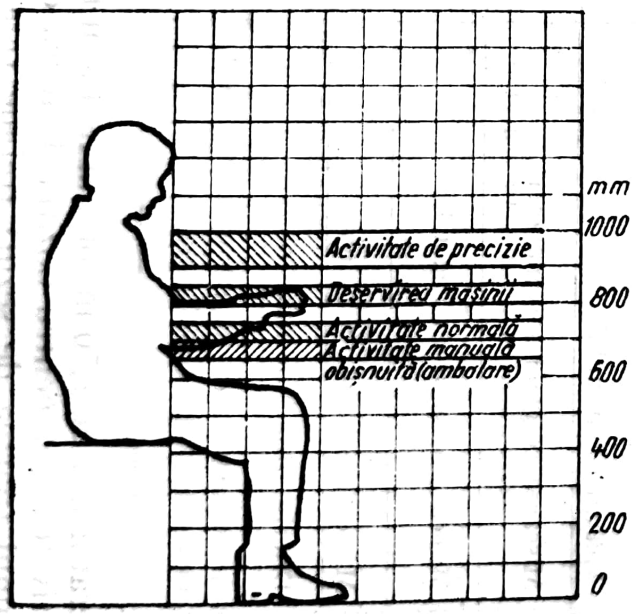


Fig. 4.32

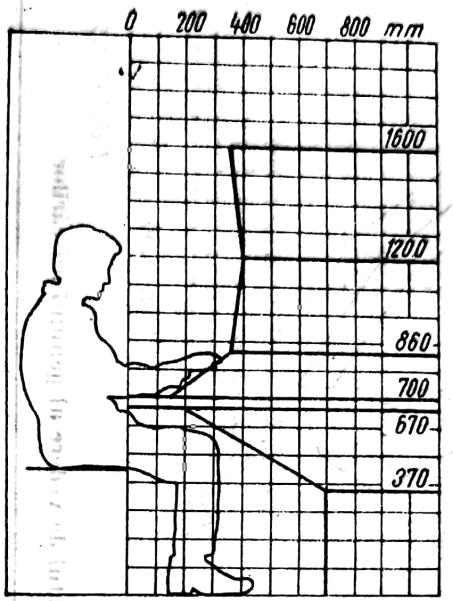


Fig. 4.33

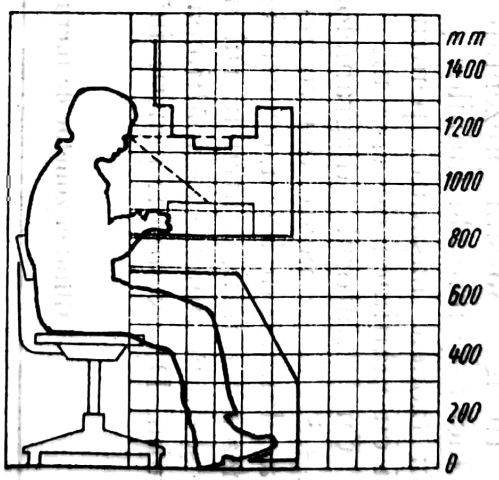


Fig. 4.34

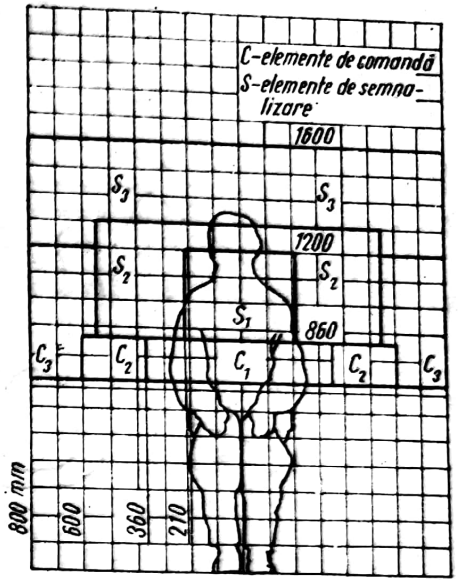


Fig. 4.35

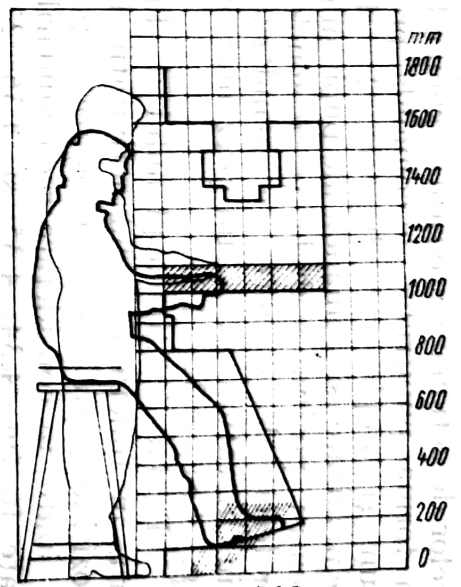


Fig. 4.36

Scanned with OKEN Scanner

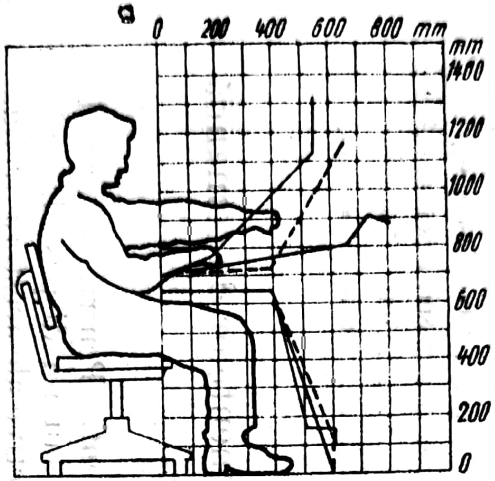


Fig. 4.38

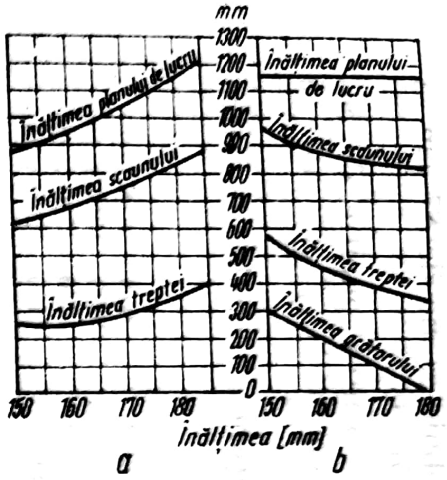
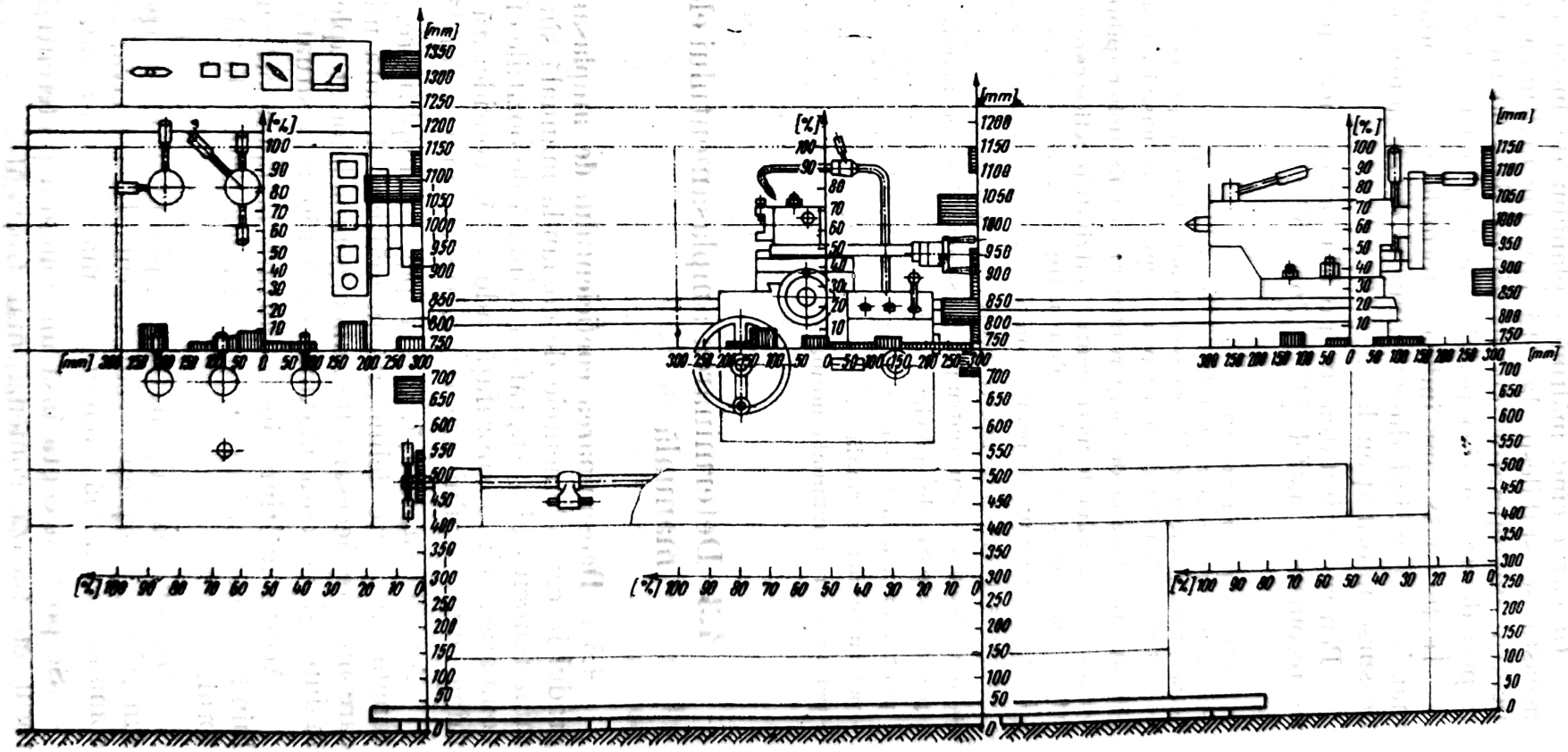


Fig. 4.37

Fig. 4.39 →



În cazul cînd înălțimea planului de lucru nu poate fi reglată, atunci aceasta se stabilește la 115 cm, iar înălțimea scaunului (părții de șezut) pentru un operator cu înălțimea de 1,60 cm trebuie să fie de 87 cm, a treptei de 45 cm și a pedalei de 20 cm (fig. 4.37, *b*) [58].

În fig. 4.38 sînt indicate formele recomandate pentru pupitre de comandă, cuprinzînd diferite numere de elemente de comandă și acționare și de surse informaționale [58].

Pentru activitatea în poziția ortostatică, înălțimea planului de lucru se recomandă astfel [27], [26], [57]:

— înălțimea pentru pupitre . . . . . 925—1025 mm;
— înălțimea normală a planului de lucru . . . . . 1000—1050 mm;
— înălțimea planului de lucru pentru activități de precizie ridicată . . 1280—1380 mm;
— înălțimea planului de lucru pentru munca la mașini automate . . . 1180—1230 mm;
— înălțimea planului de lucru pentru munca în atelier (pilire) . . . . peste 900 mm;
— înălțimea planului de lucru pentru activități practice care necesită efort fizic mare, cu obiecte de volum mare . . . . . 750— 900 mm;
— înălțimea reazemului pentru mîini . . . . . 800—1000 mm;
— înălțimea reazemului pentru coate . . . . . 1000—1100 mm.

Înălțimea zonei de lucru pentru poziția sedentară se recomandă a fi [8, 11, 16];

— pentru munca de precizie . . . . . 900—1000 mm;
— pentru munca la mașini automate . . . . . 800— 850 mm;
— pentru muncă normală . . . . . 700— 750 mm;
— pentru muncă manuală normală . . . . . 670— 700 mm.

4.3. Determinarea amplasamentului elementelor de comandă manuală

4.3.1. **Determinarea coeficientului de amplasament.** Pentru a aprecia gradul în care elementele de comandă manuală sînt sau nu dispuse la îndemîna muncitorului, suprafața ocupată de pozițiile efective ale acestora trebuie comparată cu o suprafață adoptată, considerată optimă, în cadrul căreia mîna muncitorului are o poziție cît mai normală.

Această suprafață, căreia, pentru simplificare, i s-a adoptat forma dreptunghiulară, este delimitată în înălțime de cota minimă de 750 mm, pentru care nu este necesară flexiunea genunchilor și aplecarea excesivă a corpului înainte, și de cota maximă de 1 150 mm situată sub nivelul coatelor [22].

Aceste înălțimi sînt raportate la operatori cu statură medie (1,70 m), luîndu-se în considerație și înălțimea grătarului de lemn pe care stă operatorul.

Delimitarea suprafeței în planul frontal (perpendicular pe planul de simetrie al corpului) este destul de relativă, întrucît există elemente de comandă manuală comandate mai frecvent sau mai rar.

Se poate accepta însă un domeniu preferențial de lucru, în care muncitorul efectuează comenzi mai frecvente.

Scanned with OKEN Scanner

Acest domeniu se consideră de ± 300 mm față de planul de simetrie al corpului.

Pentru o determinare mai obiectivă și operativă a gradului în care suprafața de dispunere efectivă a elementelor de comandă manuală este cuprinsă în suprafața optimă adoptată, se poate recurge la un „coeficient de amplasament" (K_a), care este un raport dintre suma suprafețelor histogramelor efective, determinate prin amplasarea elementelor de comandă manuală, și suma suprafețelor optime [22]:

$$K_a = \frac{d_1 \sum_{i=1}^{n_i} P_{1i} + d_2 \sum_{j=1}^{n_j} P_{2j}}{n_1 d_1 \times n_2 d_2},$$

în care: d_1 reprezintă mărimea intervalului dintre elementele de comandă pe direcția orizontală; d_2 — mărimea intervalului pe verticală; P_{1i} — procentul de elemente de comandă ale căror axe se află în intervalul „i"; P_{2j} — procentul de elemente de comandă ale căror axe se află în intervalul „j"; n_1 — numărul optim de intervale pe direcție orizontală; n_2 — numărul optim de intervale pe direcție verticală; $S = n_1 d_1 \times n_2 d_2$ — suprafață optimă.

Dacă se stabilește $d_1 = d_2 = 5$ cm, $n_1 = 12$, $n_2 = 8$, rezultă $S = 2400$ cm², iar coeficientul de amplasament devine:

$$K_a = \frac{\sum_{1}^{n_i} P_{1i} + \sum_{1}^{n_j} P_{2j}}{480}.$$

De regulă se calculează separat coeficienții de amplasament pentru elementele de comandă manuală cu frecvență mică și cu frecvență mare de comandă, coeficientul global fiind egal cu suma coeficienților parțiali.

Pentru strungurile normale, de pildă, elementele de comandă manuală situate pe cărucior se consideră cu frecvență mare de acționare, iar cele situate pe păpușa fixă și păpușa mobilă — cu frecvență mică.

Valoarea optimă a coeficienților de amplasament K_{a_0} se determină din condiția ca toate elementele de comandă manuală să fie situate în suprafața optimă.

Raportul $A = \frac{K_a}{K_{a_0}}$ se va numi „coeficientul relativ de amplasament".

Criteriul de apreciere prezentat mai sus privind amplasarea elementelor de comandă manuală în înălțime și față de axa mediană a corpului operatorului nu cuprinde însă și cea de-a treia dimensiune — „adîncimea" — la care este amplasat elementul de comandă manuală.

Din acest punct de vedere, acționarea elementelor de comandă manuală nu trebuie să oblige corpul operatorului să atingă vreuna din celelalte manete sau butoane de comandă.

Pentru exemplificare, în cele ce urmează se va determina coeficientul de amplasament la un strung normal, destinat prelucrării, pieselor cu $\Phi_{max} =$

400 mm. Mai întîi se va calcula *coeficientul K_{a1} pentru elementele de comandă manuală folosite frecvent.*

Aceste elemente de comandă sînt dispuse pe cărucior. În fig. 4.39 s-au indicat histogramele de repartiție a elementelor de comandă manuală.

Așa cum s-a arătat, coeficientul de amplasament este un raport între suprafața ocupată de histograme și suprafața adoptată a fi optimă din punct de vedere al amplasamentului pe direcția orizontală și verticală, sau cu alte cuvinte, concentrația de elemente de comandă în suprafața adoptată.

Rezultă:

$$K_{a_1} = \frac{\sum_1^{12} P_{1i} + \sum_1^{8} P_{2j}}{480} = \frac{38{,}2 + 29{,}4}{480} = 0{,}14.$$

La calculul lui K_{a1}, s-a ținut cont de faptul că, datorită grătarului de lemn de 50 mm înălțime, cotele la care sînt amplasate elementele de comandă se reduc cu această mărime.

Coeficientul de amplasament K_{a_2} al elementele de comandă folosite mai rar se determină pentru păpușa fixă și păpușa mobilă.

Pentru păpușa fixă:

$$K_{a_{2f}} = \frac{56 + 29{,}4}{480} = 0{,}18.$$

Pentru păpușa mobilă:

$$K_{a_{2m}} = \frac{14{,}7 + 14{,}7}{480} = 0{,}06.$$

Coeficientul global de amplasament pentru elementele de comandă manuală folosite mai rar va fi:

$$K_{a_2} = K_{a_{2f}} + K_{a_{2m}} = 0{,}18 + 0{,}06 = 0{,}24.$$

După aceleași criterii, au fost calculați coeficienții de amplasament pentru alte trei tipuri de strunguri (Ø 280, Ø 400, Ø 500 și strungul luat ca model de referință Cazeneuve 360—HB—X).

Rezultatele sînt prezentate centralizat în tabelul 4.6.

4.3.2. **Determinarea nivelului mediu de solicitare.** O altă metodă de apreciere din punct de vedere ergonomic a modului de amplasare a elemen-

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.6

Centralizator al coeficienților de amplasament

Nr. crt.	Tipodimensiunea strungului	Coeficientul global de amplasament (K_a)	Amplasamentul $A = \frac{K_a}{K_{ao}}$
1	Ø 280	0,323	0,777
2	Ø 400	0,380	0,915
3	Ø 500	0,322	0,775
4	CAZENEUVE 360–HB–X	0,398	0,960

telor de comandă manuală are la bază analiza amănunțită a condițiilor de muncă existente, efectuate pe baza unor observații asupra locului de muncă, ținînd seama de opt factori de evaluare, notați de la *A* la *H* și de 27 de criterii de influență [43].

Din punctul de vedere al amplasamentului, metoda urmărește determinarea unui „nivel de evaluare — N_{med}", care să caracterizeze înălțimea, depărtarea laterală și depărtarea față de planul de muncă.

Astfel, în fig. 4.40 sînt prezentate zonele de evoluție ale membrelor superioare, pentru lucrul în poziție ortostatică, în cazul cînd acestea sînt solicitate mai mult de cinci secunde și nu solicită sprijinul lor, iar în fig. 4.41, aceleași zone pentru poziția șezîndă.

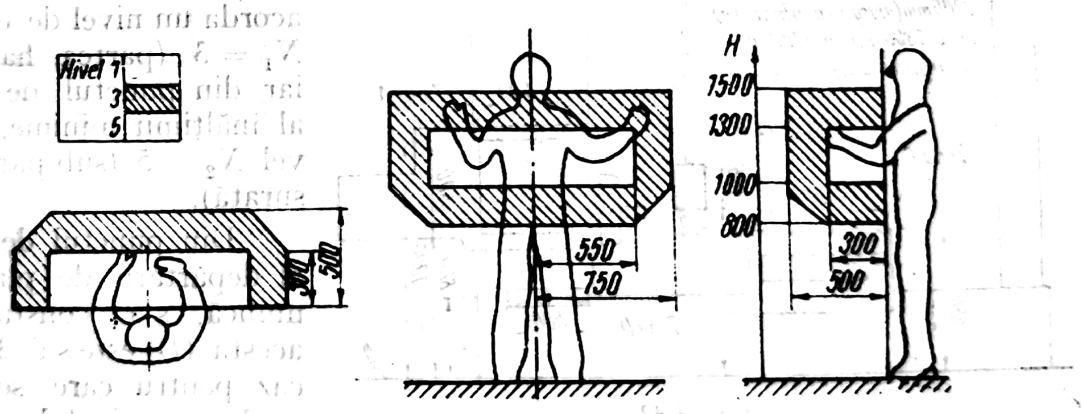


Fig. 4.40

Prin încadrarea înălțimii maxime și minime, a depărtării laterale și a depărtării față de planul de muncă într-unul din nivele, nivelul mediu de evaluare va fi dat de media aritmetică a acestora.

Spre exemplificare, se consideră cazul unei mașini de alezat și frezat, la care au fost haşurate zonele în care au fost amplasate elementele de comandă manuală și de urmărire (fig. 4.42).

Scanned with OKEN Scanner

Înălțimea minimă a amplasării este dată de zona D ($H_D = 560$ mm), iar înălțimea maximă este determinată de marginea superioară a zonei A, deplasabilă pe verticală ($H_A = 2\,700$ mm).

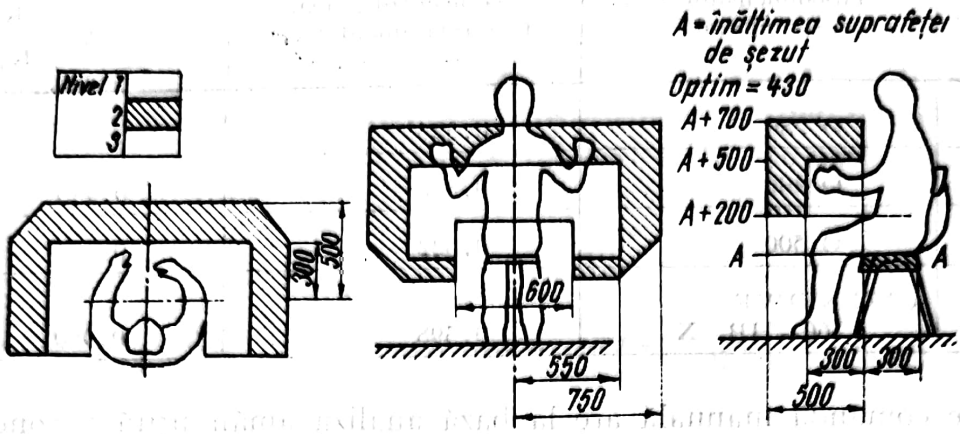


Fig. 4.41

Întrucît statistica a arătat că marginea superioară a zonei A nu depășește 1 700 mm, se poate spune că frecvența maximă de lucru este concentrată în mijlocul zonei A.

Atunci: $H_{max} = \frac{1\,700}{2} = 850$ mm; $H_{min} = 560$ mm.

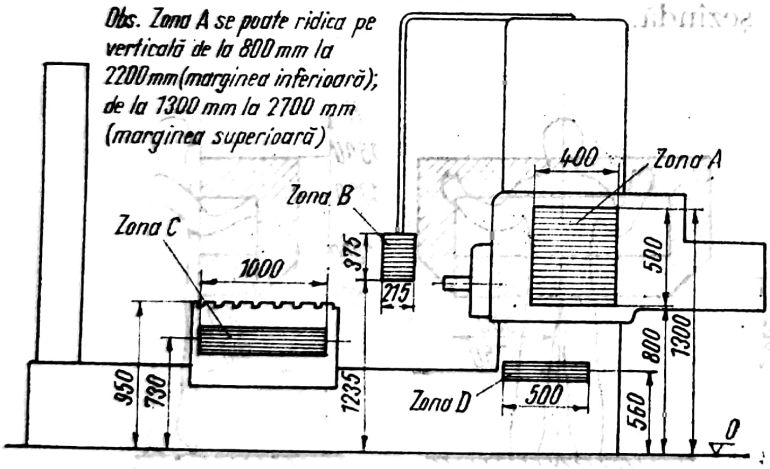


Fig. 4.42

Din fig. 4.42 rezultă că, din punctul de vedere al înălțimii maxime, se poate acorda un nivel de evaluare $N_1 = 3$ (partea haşurată), iar din punctul de vedere al înălțimii minime, un nivel $N_2 = 5$ (sub partea haşurată).

Din punctul de vedere al depărtării de planul de muncă, s-a constatat că acesta (D) este sub 300 mm, caz pentru care se poate atribui un nivel de evaluare $N_3 = 1$.

Depărtarea laterală (L) este mai mică de 750 mm, ceea ce corespunde unui nivel de evaluare $N_4 = 3$.

Aşadar, nivelul mediu de evaluare specific amplasării elementelor de comandă manuală pe înălțime, lateral şi în adîncime va fi:

$$N_{med} = \frac{1}{4}(N_1 + N_2 + N_3 + N_4) = \frac{3 + 5 + 1 + 3}{4} = 3.$$

Metoda permite determinarea nivelelor de evaluare pentru membrele inferioare, pentru comenzi și semnale etc. [43].

Pentru comenzi și semnale, spre exemplu, nivelele de evaluare sînt date în tabelele 4.7, 4.8 și 4.9.

Tabelul 4.7

Nivele ergonomice funcție de amplasarea elementelor de comandă

Nivel	Frecvența de utilizare	Descriere
1	Mare	— Amplasament optim: *butoane:* — înălțimea $1000 < H \leqslant 1400$ — distanța $100 < E \leqslant 350$ *manivele:* — înălțimea $800 < H \leqslant 1050$ — distanța $100 < E \leqslant 350$ *pîrghii:* — înălțimea $H = 1650$ — distanța $100 < E \leqslant 350$ *pedale:* — rotația gleznei, înălțimea maximă = 50 — deplasarea piciorului, înălțimea maximă = 120 — Respectarea stereotipiilor — Concepția respectă regulile ergonomice — Respectarea culorilor (butoane — clape): roșu — stop galben — liber (intervenție) verde — liber (preparare) negru — liber (execuție)
2	Mică	— Amplasament puțin satisfăcător: *butoane:* — înălțimea $800 \leqslant H \leqslant 1000$ sau $1400 < H \leqslant 1600$ — distanța $350 \leqslant E \leqslant 500$
3	Mare	*manivele:* — înălțimea $750 \leqslant H \leqslant 800$ sau $1050 < H \leqslant 1150$ — distanța $350 \leqslant E \leqslant 500$ Concepția respectă doar parțial regulile ergonomice
4	Mică	— Amplasament nesatisfăcător: *butoane:* — înălțimea $800 > H > 1600$ — distanța $E > 500$ *manivele:* — înălțimea $750 > H > 1150$ — distanța $E > 500$
5	Mare	— Nerespectarea stereotipiilor — Concepția nu respectă regulile ergonomice

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 4.8

Nivele ergonomice funcție de amplasarea aparaturii de comandă față de ochii operatorului

Nivel	Frecvența de utilizare	Descriere
	Mare	— Percepere bună a informației: 1. Un semnal sonor avertizează; 2. Un semnal luminos permite detectarea rapidă a ansamblului în cauză — Amplasarea optimă: *poziție în picioare:* înălțime: $1200 < H \leqslant 1600$ $\alpha \leqslant 20°$; $\beta_1 = 0°$; *poziție așezat:* înălțime: $800 < H \leqslant 1200$; $\beta_1 \leqslant 30°$; Semnele vor fi plasate deasupra comenzilor de care sînt legate — Concepția aparatelor de măsură bine adaptată — Respectarea culorilor: roșu: anormal; galben: atenție, avertisment; verde: gata de funcționare; alb: funcționare normală
2	Mică	— Amplasament puțin satisfăcător: *poziție în picioare:* $20° \leqslant \alpha \leqslant 35°$ înălțime: $600 \leqslant H \leqslant 1200$ sau $1200 < H \leqslant 1900$; $\beta_1 \leqslant 25°$ *poziție așezat:* $30° \leqslant \beta_2 \leqslant 55°$ înălțime: $200 \leqslant H \leqslant 800$ sau $1200 < H < 1500$
3	Mare	— Nerespectarea culorilor — Concepția aparatelor de măsură insuficient adaptată (vezi tabelul următor) — Percepere mediocră
4	Mică	— Amplasament nesatisfăcător: : $\alpha > 35°$ *poziție în picioare:* $H < 600$; $H > 1900$; $\beta_1 > 25°$ *poziție așezat:* $H < 200$; $H > 1500$; $\beta_2 > 35°$ — Nerespectarea culorilor — Concepția aparatelor de măsură slab adaptată — Percepere slabă a informației
5	Mare	

Tabelul 4.9

Ierarhizarea tipurilor de cadrane funcție de tipul de măsurare

Măsurarea prin / Tipuri de scale	Ac mobil — cadran fix	Ac fix — cadran mobil	Contor
Citirea valorilor	3	3	1
Estimarea unor valori sau aprecierea deviațiilor sau control de poziție	1	3	5
Ajustarea la o valoare dată	1	3	3
Reglajul unui proces continuu	1	5	5

Scanned with OKEN Scanner

4.4. Frecvența de acționare a elementelor de comandă manuală

Frecvența de acționare, în analiza ergonomică, este corelată, atît cu amplasarea elementelor de comandă manuală, cît și cu eforturile de acționare.

O amplasare dificilă, în afara zonelor recomandate de amplasament (vezi fig. 4.43), poate duce în cazul în care frecvența de acționare este mărită, la deformarea coloanei vertebrale și suprasolicitarea vertebrelor lombare.

Figura de mai sus ilustrează — spre exemplu — poziția improprie la care este supus operatorul în timpul selectării avansurilor la un strung normal ($\varnothing_{max} = 500$ mm).

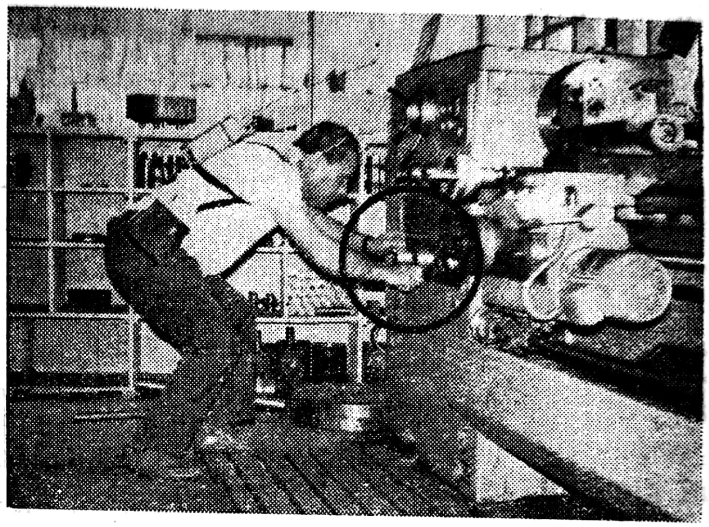


Fig. 4.43

Operația se clasează în categoria celor cu frecvență mică de acționare. Totuși, chiar în cazuri dificile, cînd cinematica mașinii nu permite modificări, se pot aduce îmbunătățiri substanțiale prin mărirea brațelor manetelor și aducerea la un nivel mai accesibil.

Studiul raportului dintre frecvența de acționare, amplasarea și eforturile de acționare se începe, de obicei, cu aplicarea unor plăcuțe numerotate fiecărui element de comandă supus cercetărilor.

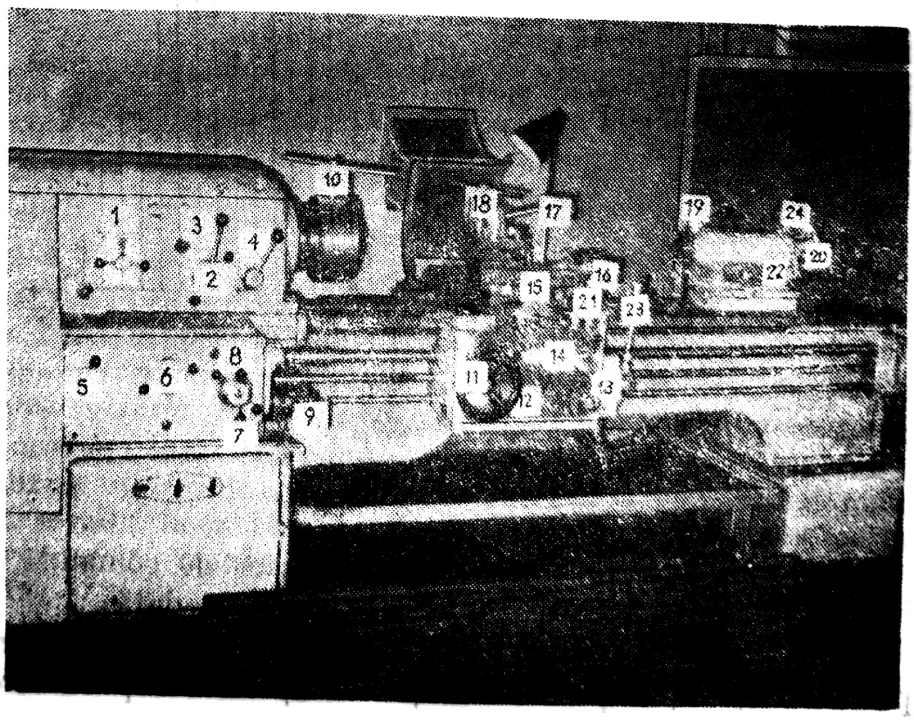


Fig. 4.44

În fig. 4.44 se arată modul de prezentare a unei mașini-unelte pentru o cercetare ergonomică (un strung normal cu diametrul maxim al piesei prelucrate ∅ 400 mm).

Pentru a exemplifica modul de analiză a raportului dintre numărul de manevrări (frecvența) și forța de manevrare, în fig. 4.45 s-a trasat cîte o histogramă în care sînt trecute pe ordonată frecvențele (*a*) și respectiv forțele de manevrare (*b*), iar pe abscisă numerele elementelor de comandă corespunzătoare unei operații de strunjire longitudinală a unei piese prinsă între vîrfuri.

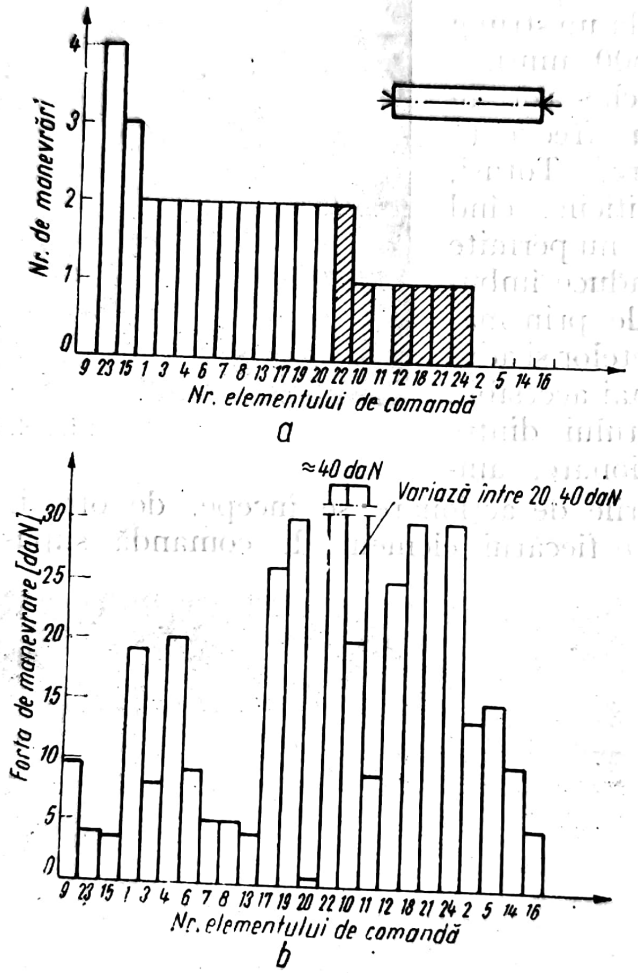


Fig. 4.45

Zona haşurată corespunde elementelor de comandă care se utilizează, în cazul unor prelucrări „în serie", numai o dată.

Un studiu amănunțit trebuie efectuat pentru fiecare din tipurile principale de operații specifice mașinii respective supusă cercetării.

5

FORMA ELEMENTELOR DE COMANDĂ manuală și la „picior"

Analiza formei elementelor de comandă manuală este de obicei asociată analizei posibilităților de transmitere a eforturilor membrelor operatorului la elementul respectiv și totodată dispunerii spațiale a acestora față de planele de referință convenționale care străbat corpul uman.

Dacă în capitolele referitoare la amplasarea elementelor de comandă și la eforturile de acționare sînt prezentate recomandări relativ conturate asupra unor valori acceptabile, forma acestor elemente, care de cele mai multe ori afectează și elementele de microstructură ale mașinii-unelte, sferă de acțiune a design-ului industrial, este destul de dificil a fi încadrată în cifre comparative, aprecierea justeții formei lor fiind patronată de subiectivism.

Desigur, experimentările minuțioase, elaborarea de modele și cercetarea lor experimentală pe un număr mare de subiecți, ar putea conduce la unele concluzii interesante, sub forma unor recomandări practice, în fiecare caz concret în parte.

Analiza formei este un proces complex, care trebuie să țină seama de: rolul funcțional al elementului de comandă, respectiv poziția sa în raport cu planurile de referință ale corpului operatorului și cu înălțimea față de sol; direcția de acționare a forței; mărimea necesară a efortului; particularitățile anatomo-fiziologice ale corpului și ale membrelor omenești.

De aceea, această analiză este indicată a fi aplicată la fiecare element de comandă în parte, pentru fiecare tip de element.

Un criteriu de bază în proiectarea formei unui element de comandă este condiționarea anatomică a capacității de dezvoltare a efortului, datorită faptului că, la acționare, poziția sistemului mînă-braț se schimbă continuu.

De aceea, este necesară stabilirea comparativă a mișcării celei mai favorabile, pentru a realiza o mișcare funcțională. Pentru atingerea acestui scop, de pildă, trebuie să se aibă în vedere dispunerea organelor de acționare în raport cu ținuta corporală, ținînd seama de direcția și mărimea mișcării ce trebuie efectuată.

Din punct de vedere al poziției mîinii, orice element de comandă manuală poate fi conceput pe baza formei, respectiv pe baza forțelor de frecare.

Scanned with OKEN Scanner

Din punct de vedere al formei, poziția mîinii convine atunci cînd dezvoltarea forței are loc în principal perpendicular față de suprafața de prindere.

Din punct de vedere al forțelor de frecare, poziția mîinilor este convenabilă atunci cînd aplicarea forței se face în special paralel (tangențial) față de suprafața de prindere.

La transmiterea unor forțe mari, ca de pildă la acționarea saniilor la mașinile de frezat, a căruciorului la strunguri etc., se va avea în vedere ca poziția mîinii să fie favorabilă din punct de vedere al formei elementului de comandă.

Studierea mișcărilor membrelor sau a pozițiilor corpului la fiecare tip de element și de manipulare se poate face utilizînd, spre exemplu, cîteva lineale dispuse pe umerii și coapsele operatorului [46].

La capetele linealelor au fost plasate lămpi de semnalizare alimentate de o baterie, astfel încît, la filmarea mișcărilor dictate de diversele operații, vor apare dîre luminoase care vor indica traiectoriile de mișcare ale extremităților membrelor.

Pentru compararea diverselor situații, pe fundalul locului de experimentare este trasat un sistem de axe de coordonate, tridimensional (fig. 5.1).

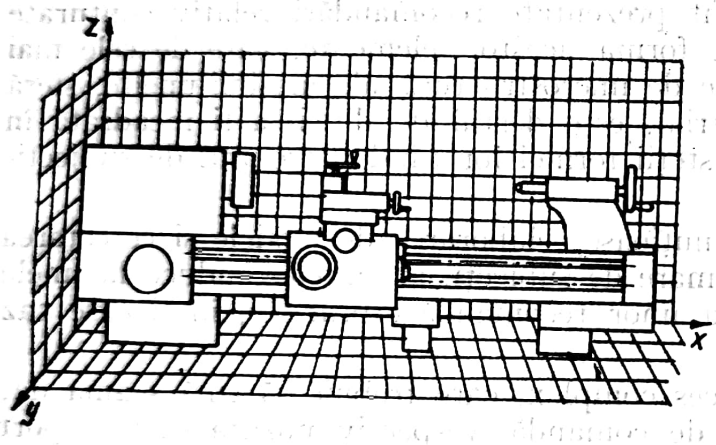


Fig. 5.1

Pentru fiecare coordonată, se utilizează cîte o cameră de filmat, astfel încît, pentru înregistrare, acestea trebuie să funcționeze simultan.

O asemenea instalație este relativ costisitoare, dar poate oferi date valoroase asupra economiei de mișcări, în cazul unei investigații ergonomice complexe, făcute asupra unei mașini-unelte.

Se pot utiliza și mijloace mai simple, aceasta însă necesitînd un grad mare de atenție, spirit de observație și intuiție din partea cercetătorului.

5.1. Roțile de mînă (volante)

Dintre elementele de comandă manuală, roțile de mînă sînt foarte mult utilizate la mașinile-unelte, pentru operații de reglare, sau chiar de prelucrare manuală, cu precădere la mașinile universale.

La mașinile cu grad de automatizare pronunțat, funcțiile lor sînt înlocuite de elementele de comandă automată.

Roțile de mînă se utilizează în cazurile cînd este necesară transmiterea unei forțe mari, în care caz trebuie ales un diametru corespunzător, cînd sînt necesare curse relativ mari ale saniilor, fie, în sfîrșit, cînd se cere o mișcare relativ uniformă a saniei respective.

În oricare situație, însă, se presupune necesitatea acționării cu ambele mîini.

Pentru o analiză complexă a tipurilor de solicitări, se va lua în studiu cazul operației de strunjire — operație tipică de prelucrare prin așchiere, respectiv a roților de mînă necesare pentru acționarea manuală a unui strung.

a. **Roata de mînă pentru acționarea suportului portcuțit (longitudinal).** Prelucrarea unor suprafețe fine, necesită o rotire continuă a șurubului conducător al suportului longitudinal portcuțit, în condițiile unor forțe rezistente, care au, de cele mai multe ori, valori apreciabile.

Rotirea continuă a șurubului conducător, care se realizează prin roata de mînă atașată acestuia, ca element de comandă manuală, poate fi realizată numai cînd se lucrează cu două mîini.

Structura anatomică a sistemului mînă-braț, cu articulațiile aferente, ținînd seama de poziția de lucru (fig. 5.2), nu permite o rotire continuă, cu 360°.

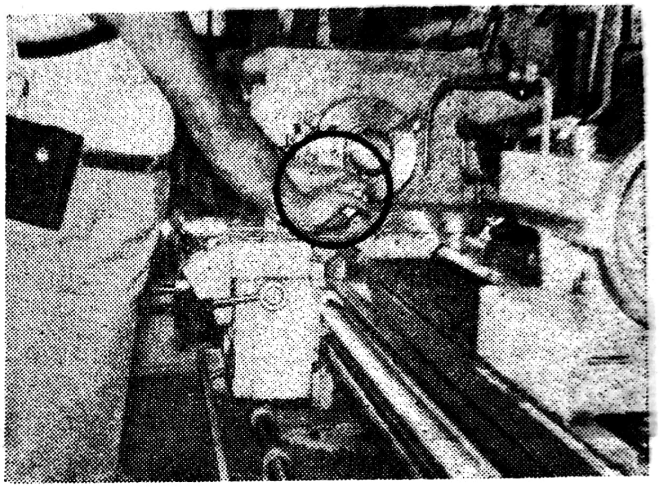


Fig. 5.2

Întrucît axul principal al strungului se află în fața operatorului, de cele mai multe ori paralel cu planul său frontal, în poziția normală a articulațiilor, mîinile ajung la roata de mînă perpendicular pe acest ax.

Rotirea repetată a roții, necesită deci o îndoire și o întindere în sens contrar a articulațiilor celor două mîini.

Întotdeauna mîna dreaptă poate să cupleze corespunzător pe o direcție aproape longitudinală, în timp ce mîna stîngă va apuca întotdeauna într-o poziție perpendiculară pe axul roții.

Forma și mărimea diferită a mișcărilor impun poziții diferite ale mîinilor, ceea ce exclude rotirea continuă a șurubului conducător, deci avansul continuu al cuțitului.

Dacă se pornește de la o poziție normală a articulațiilor mîinii (adică mîna întinsă pe direcția axei antebrațului), posibilitățile de mișcare ale mîinii sînt următoarele [46]: îndoire dorsală (spre dosul mîinii) 45°; îndoire volară (spre interiorul mîinii) 60°; răsucire radială (spre degetul mare) 15°; răsucire ulmară (spre degetul mic) 30°; rotirea mîinii (cu antebrațul îndoit) 130°.

La construcțiile obișnuite ale roții de mînă pentru acționarea suportului longitudinal portcuțit, este prevăzută o porțiune sub forma unui disc, pe care sînt dispuse unul sau două mînere (paralele cu axul șurubului conducător) — porțiune cu care cuplează mîna dreaptă a muncitorului, printr-o combinație convenabilă a degetelor acesteia — și o porțiune cilindrică, de

Scanned with OKEN Scanner

obicei scurtă, de diametru mai mic, pe care de regulă mîna stîngă se sprijină, ajutînd totodată la realizarea caracterului continuu al mișcării.

În construcția din fig. 5.3, de pildă, roata de mînă este prevăzută cu două mînere mici, astfel încît, pentru acționare, degetul mijlociu și arătător al mîinii drepte se sprijină pe un mîner, iar degetul cel mare îl „apucă" pe cel de al doilea (fig. 5.3 și 5.4).

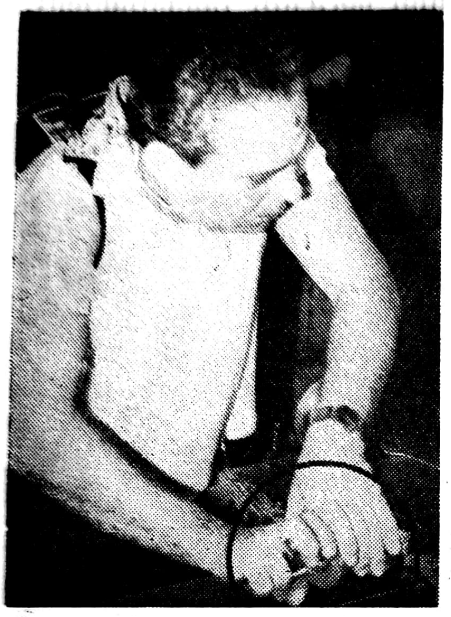


Fig. 5.3

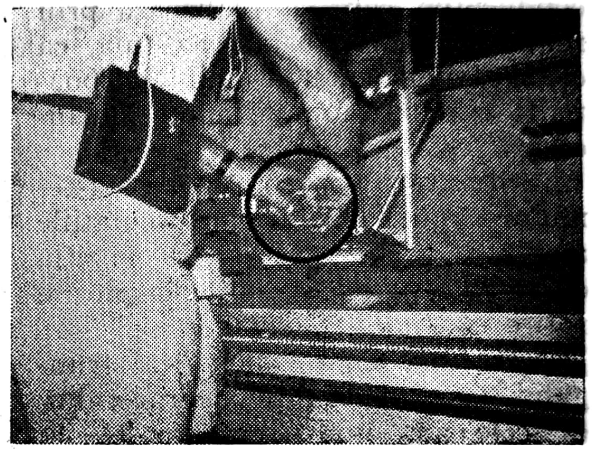


Fig. 5.4

Direcția de mișcare a mîinii drepte este în acest caz „dorsovolară" (dinspre dosul mîinii spre interiorul mîinii), iar mărimea traiectoriei față de articulație este de cca 105°, față de 180° cît este necesar.

Se face observația că înclinarea antebrațului față de axa șurubului conducător diferă foarte mult în funcție de dimensiunile corporale, îndoirea dorsală fiind împiedicată sau dimpotrivă — favorizată.

Posibilitatea de rotire a roții de mînă a suportului longitudinal portcuțit este deci restrînsă și sînt necesare compensații prin mișcări ale corpului.

Prin urmărirea atentă a mișcărilor participante ale corpului la această operație, rezultă că umerii se mișcă foarte puternic cranial — caudal (în sus și în jos) și ventral — dorsal (înainte-înapoi). În zona vertebrelor lombare, apare de obicei o torsiune puternică. Modul de lucru descris anterior poate duce la o oboseală prematură a muncitorului și nu exclude îmbolnăvirile în urma practicării îndelungate. De aceea, sînt pe deplin justificate eforturile de a căuta noi forme ale acestui element de comandă, care să asigure continuitatea mișcării și diminuarea oboselii la realizarea acestei operații, prin economia de mișcări ale corpului.

Un exemplu de realizare este redat în fig. 5.5 [63]. În locul roții de mînă de o formă descrisă anterior, s-a utilizat o roată care are două porțiuni distincte: una în formă de stea, cu cinci elemente de apucare (aripi), și alta de o formă tronconică.

Scanned with OKEN Scanner

Această formă permite degetelor arătător, mijlociu și mare să apuce suficient de bine în orice poziție a roții.

În plus, poate fi prevăzut și un mîner aplicat în partea frontală a roții, care se utilizează mai mult pentru operații de apropiere rapidă, nepretențioase din punct de vedere al preciziei de lucru.

Corespunzător cu modul de apucare pentru mîna dreaptă, partea tronconică oferă o suprafață de sprijin pentru descărcarea statică a mîinii stîngi (greutatea antebrațului). Lungimea acestei porțiuni tronconice corespunde lățimii medii a mîinii, suprafața exterioară fiind rectificată. Pe lîngă rolul de sprijin comod al mîinii stîngi, existența aripioarelor oferă posibilitatea ca degetele acestei mîini să participe activ la preluarea mișcării de rotire a roții, în special degetul cel mare, arătătorul și cel mijlociu, care pot apuca în orice poziție, ca și mîna dreaptă.

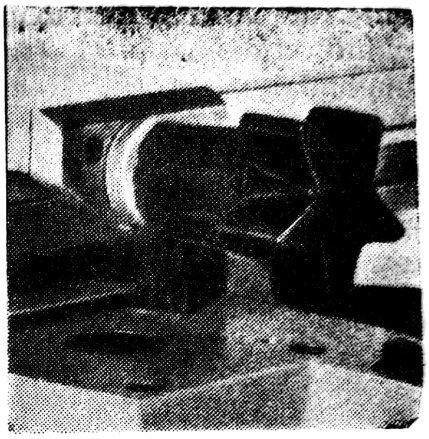


Fig. 5.5

Forma prezentată elimină mișcările corpului care erau necesare la varianta prezentată anterior, rezultînd o economie substanțială de mișcare (cu cca 70%).

Pentru a pune în evidență economia de timp și de forță la noul tip de roată, s-au testat trei subiecți, care au deplasat suportul longitudinal superior pe o distanță de 25 mm, contra unei rezistențe cu valoarea inițială de 200 Nm și cu valoarea finală de 500 Nm. Încercările au fost repetate de mai multe ori, rezultînd o economie de timp de circa 25% pentru noul model de roată. Forța a fost măsurată cu ajutorul unui traductor de forță, plasat pe limitatorul de cap de cursă. A rezultat o creștere medie a forței maxime de 11,3%.

Numărul de apucări la noul tip de roată a fost mai mare (cu circa 28%), ceea ce a avut ca urmare mișcarea mai redusă a coapselor și umerilor și totodată obținerea unei mișcări continue.

Continuitatea mișcării s-a putut pune în evidență foarte simplu, executînd cîte o prelucrare pe cîte o piesă în condiții similare, înainte și după înlocuirea cu noua formă a roții. S-a utilizat o turație relativ mică, reglînd cuțitul la un anumit diametru al piesei de prelucrat. S-a urmărit constanța pasului dintre rizurile imprimate de vîrful cuțitului pe piesă, rezultînd clar că, prin utilizarea variantei a doua de roată, uniformitatea mișcării a fost mult îmbunătățită.

O altă formă de roată de mînă, pentru același scop, poate fi urmărită în fig. 5.6 și a fost concepută și experimentată de autori pe trei subiecți [22], [55].

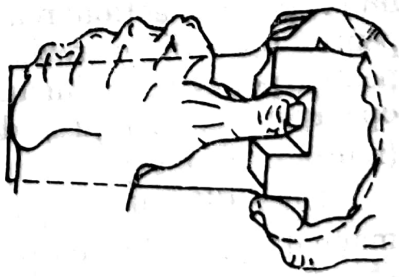


Fig. 5.6

După cum se observă, modelul păstrează porțiunea tronconică necesară pentru sprijinul greutății antebrațului și mîinii stîngi, însă cealaltă

porțiune este de forma unei ciuperci, avînd la bază o serie de dinți frontali în care pătrund degetele operatorului.

Practic, printr-o dimensionare adecvată a acestei porțiuni, pot fi activate patru degete ale mîinii drepte (mare, arătător, mijlociu și inelar), permițînd o cuplare sigură și comodă, calota exterioară a ciupercii fiind învăluită de partea interioară a mîinii. În același timp, degetul cel mare al mîinii stîngi asigură transmiterea cuplului, alternativ, funcție de poziția unghiulară a roții. Roata de mînă a fost experimentată și cu un mîner montat frontal în „ciupercă", acesta incomodînd totuși mișcarea continuă. Întrucît însă acest mîner este necesar uneori, în special la operații de reglare, apropiere etc., el se poate executa în construcție rabatabilă în corpul roții, fără să depășească diametrul exterior al ciupercii. În fig. 5.7 și 5.8, se pot urmări două poziții succesive ale roții de mînă prezentate.

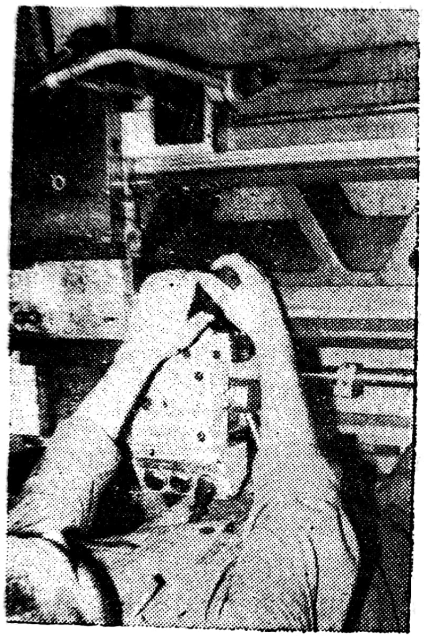


Fig. 5.7

Fig. 5.8

Cele două mîini execută răsuciri alternative (radiale — ulmare), astfel încît să fie asigurată continuitatea mișcării.

b. **Roata de mînă pentru acționarea suportului transversal.** Roata de mînă pentru acționarea suportului transversal al strungului se utilizează pentru operații de reglare a poziției cuțitului față de axa piesei (respectiv pentru potrivirea adîncimii de așchiere), de retragere a cuțitului la sfîrșitul operației de strunjire, de strunjire sferică, de strunjire manuală frontală (retezare) sau teșire.

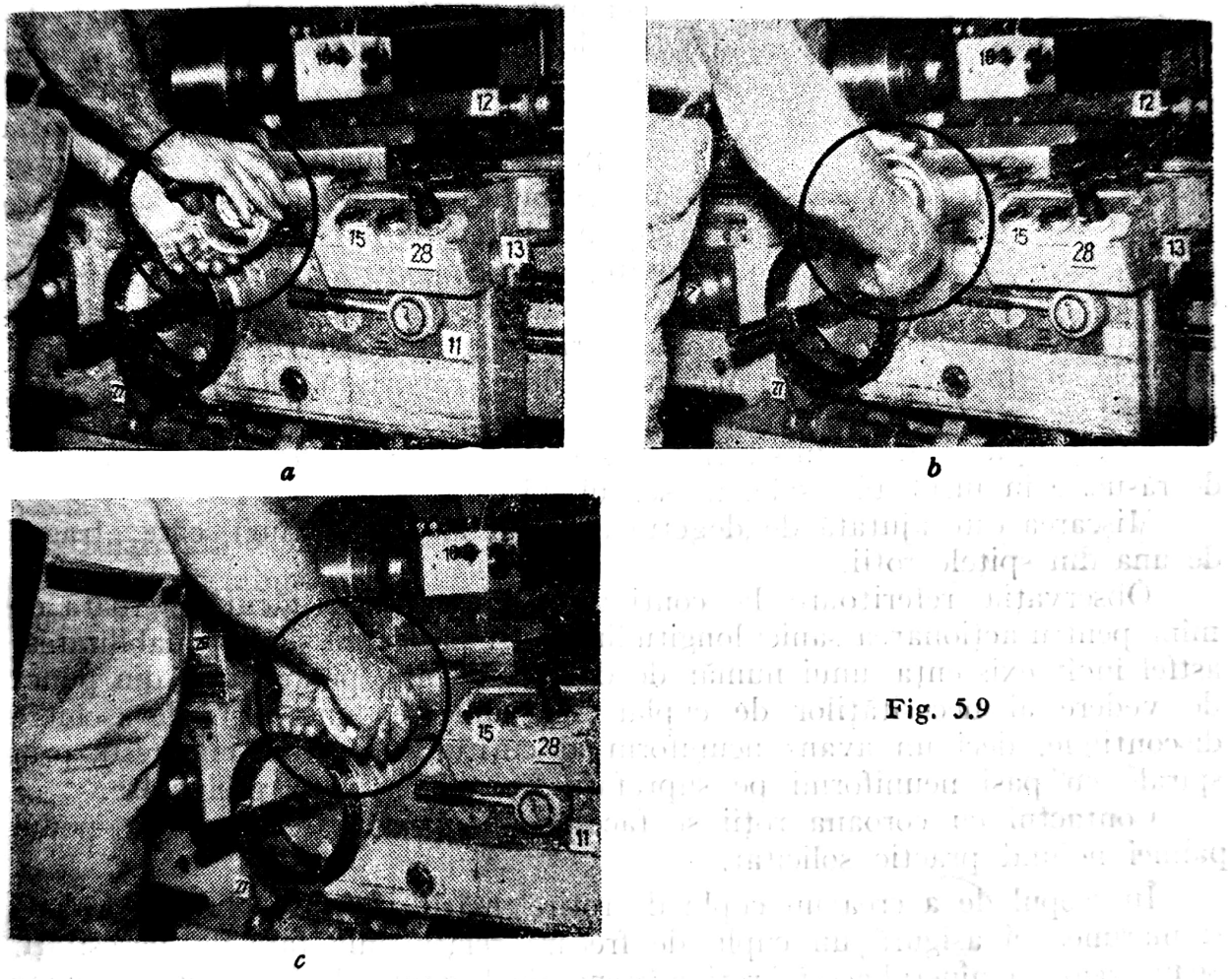
Operațiile diverse, care pot fi efectuate cu acest element de comandă manuală, pot obliga corpul operatorului la următoarele trei poziții: în dreapta căruciorului (dextrolateral); în stînga căruciorului (sinistrolateral); în fața căruciorului (frontal).

Scanned with OKEN Scanner

În primele două poziții, acționarea roții se face cu cîte o singură mînă: cu mîna stîngă, la așezarea dextrolaterală, în cazul operației de filetare, cînd se utilizează pentru retragerea cuțitului din piesă, respectiv cu mîna dreaptă — la așezarea sinistrolaterală, în cazul operației de strunjire sferică (fig. 5.10).

La strunjirea frontală (retezare), corpul operatorului poate ocupa poziția frontală sau sinistro-frontală (fig. 5.9, *a*, *b*, *c*).

Dacă muncitorul stă dextrolateral sau sinostrolateral față de cutia căruciorului, avînd în cîmpul vizual cuțitul și piesa, ducerea mîinii la roată se face printr-o mișcare hiperextensivă a brațului și antebrațului, respectiv întregul braț trebuie condus spre spate, dincolo de punctul de rotire al mîinii.



a *b* *c*

Fig. 5.9

Raportul dintre talia operatorului și punctul de amplasare a roții (axa ei) va determina înclinarea antebrațului față de această axă cu 30°—70°.

Dacă mîna este cuplată cu roata de mînă și ar urma ca articulația să rămînă în poziție normală, nu s-ar putea efectua mișcarea decît printr-o apucare de învăluire a profilului roții, întrucît numai în acest fel se poate efectua o deplasare tangențială a mîinii pe suprafața de apucat.

Orice schimbare a înclinației axei antebrațului față de axul șurubului conducător transversal se realizează printr-o îndoire din articulația mîinii. În această situație, atunci cînd se acționează cu forță, pot apărea o serie de solicitări inutile ale articulației mîinii, care pot influența negativ sensi-

bilitatea mișcării în cazul unui avans fin. Acest mod de lucru este caracteristic formei de roată de mînă prezentată în fig. 5.10 (forma de oală).

Spre deosebire de această formă, în care coroana roții este legată de butucul ei printr-o secțiune plină, la modelul din fig. 5.9, această legătură se face prin cîteva spițe. În acest caz, manipularea se face printr-o mișcare combinată a degetelor, utilizînd deopotrivă coroana roții, spițele și mînerul ei pentru realizarea cuplului necesar la șurubul conducător.

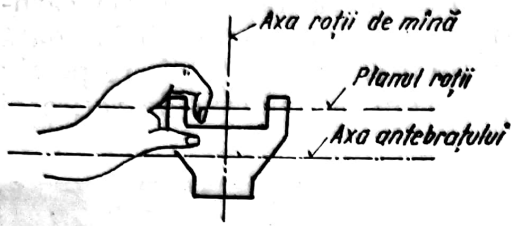


Fig. 5.10

Unii autori nu recomandă utilizarea spițelor în astfel de situații, întrucît, la o comandă greșită a avansului automat, degetele surprinse între aceste spițe se pot accidenta.

În cazul strunjirii frontale, poziția corpului este normală, cu picioarele ușor depărtate, fără înclinații laterale ale corpului, ci doar cu o ușoară înclinare în față (5—10°), necesară pentru supravegherea locului de așchiere.

În fig. 5.9, *a*, *b*, *c* sînt prezentate, pentru analiza mișcării, trei poziții succesive ale manipulării acestui tip de roată de mînă. Din studiul mișcării rezultă tendința de a învălui coroana roții cu partea exterioară a palmei și degetele, în măsura în care mărimea mîinii, raportată la diametrul roții, poate face posibil acest lucru.

Antebrațul, înafara mișcărilor descrise anterior, execută și o mișcare de răsucire în jurul axei sale, în sensul mișcării.

Mișcarea este ajutată de degetul arătător al mîinii stîngi, care „trage" de una din spițele roții.

Observația referitoare la continuitatea operației, făcută la roata de mînă pentru acționarea saniei longitudinale, își păstrează și aici valabilitatea, astfel încît existența unui număr de două-trei spițe, poate duce, din punct de vedere al necesităților de cuplare, la aplicarea unei forțe de așchiere discontinue, deci un avans neuniform al cuțitului, care se manifestă prin spirale cu pași neuniformi pe suprafața frontală a piesei prelucrate.

Contactul cu coroana roții se face pe o suprafață relativ mică, podul palmei nefiind practic solicitat.

În scopul de a crea un cuplu de rotire mărit, întrucît forma coroanei și mărimea ei asigură un cuplu de frecare relativ mic față de necesități, se utilizează și mînerul acestei roți, antrenat de degetul cel mare, cînd ajunge într-o poziție convenabilă pentru a fi apucat. Mînerul roții este foarte util la operațiile la care rotirea se face cu o singură mînă, dar care nu necesită o mișcare foarte precisă (retragerea sculei).

În cazul filetării, de pildă, roata de mînă a saniei transversale este acționată numai la retragerea sculei din piesă, la fiecare trecere, ceea ce nu necesită precizie, ci numai atenție.

În fig. 5.11 este prezentată postura specifică pentru operația de strunjire sferică, caz în care componenta mișcării de avans longitudinal este asigurată de deplasarea căruciorului (pentru raze de curbură mai mari).

Se observă că, în principal, cuplul de torsiune se aplică prin acțiunea combinată a cuplului de frecare și a celui provenit prin utilizarea mînerului. Nici în acest caz forma roții nu favorizează un contact bun al mîinii cu elementele ei de prindere. Față de acestea, este necesară reconsiderarea formei acestei roți, astfel încît, la operația de învăluire, să participe pe cît posibil toată palma, cu o cît mai mare suprafață de contact, forma secțiunii coroanei necesitînd conturarea cît mai fidelă a suprafeței materializate de podul palmei aproape închise. O astfel de formă a fost experimentată de autori (fig. 5.12, 5.13) cu bune rezultate în urma unor îmbunătățiri aduse elementelor de comandă ale unui strung [55].

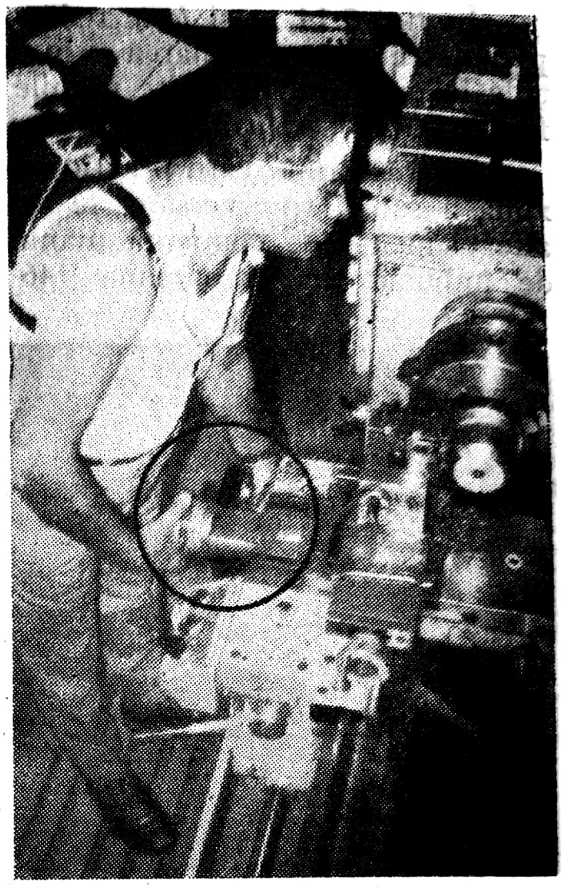


Fig. 5.11

În fig. 5.12, de pildă, este prezentat cazul clasic al acționării cu ambele mîini. Coroana roții are suprafața secțiunii mărită și împreună cu mînerul oferă o posibilitate de acționare mult îmbunătățită.

În fig. 5.13 se prezintă cazul de acționare cu o singură mînă, la situarea dextrolaterală sau sinistrolaterală. Aici se observă clar utilizarea, într-o măsură apreciabilă mai mare, a volumului interior al palmei, furnizînd un contact sigur între mînă și roată.

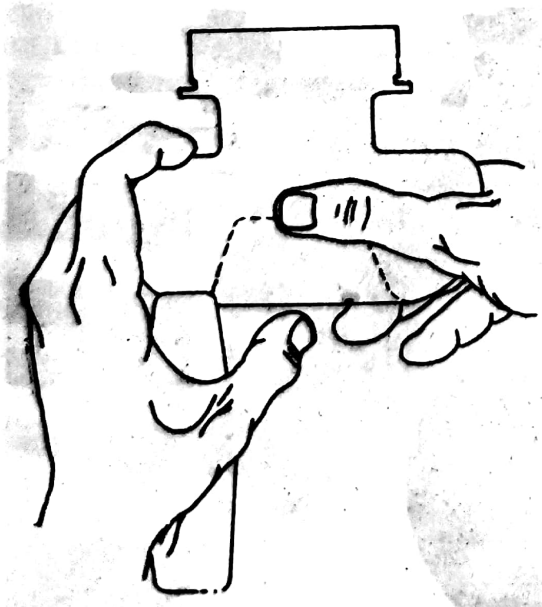


Fig. 5.12

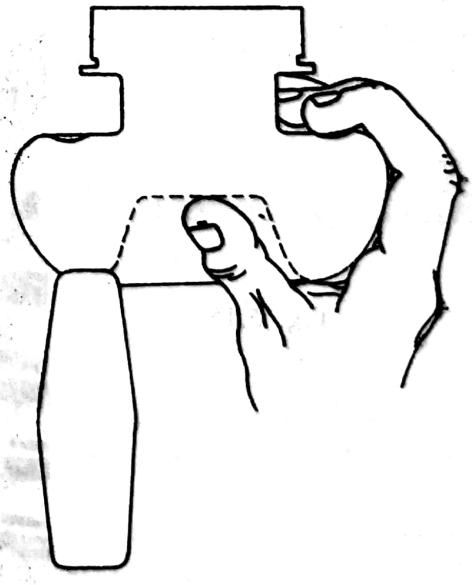
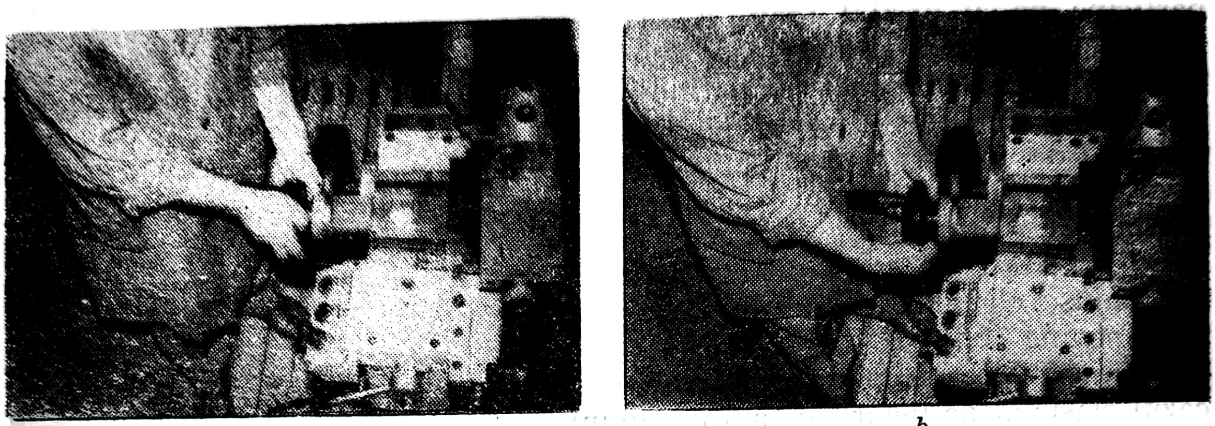


Fig. 5.13

În fig. 5.14, *a* și *b* se redă o astfel de roată realizată fizic și aplicată pe un strung, în acționarea ei în două poziții succesive. Comparativ cu pozițiile la care erau obligate mîinile operatorului la construcția anterioară, în fig. 5.14 se sesizează o apucare mult mai comodă.

O altă formă, care practic se aliniază aceleiași cerințe, pentru roata de mînă a saniei transversale, se prezintă în fig. 5.15, unde se pot urmări și alte elemente de comandă manuală ale unui strung, care a suferit o serie de îmbunătățiri ergonomice [46], [63].



a *b*

Fig. 5.14

Îmbunătățirea formei mînerului prin mărirea suprafeței de apucare se constată și din valorile măsurătorilor comparative ale amplitudinilor sesizate la nivelul umerilor operatorului și al coapsei. Sania transversală a fost deplasată cu ajutorul roții de mînă pentru acționarea ei contra unui traductor de forță, efectuînd încercări repetate pe trei subiecți.

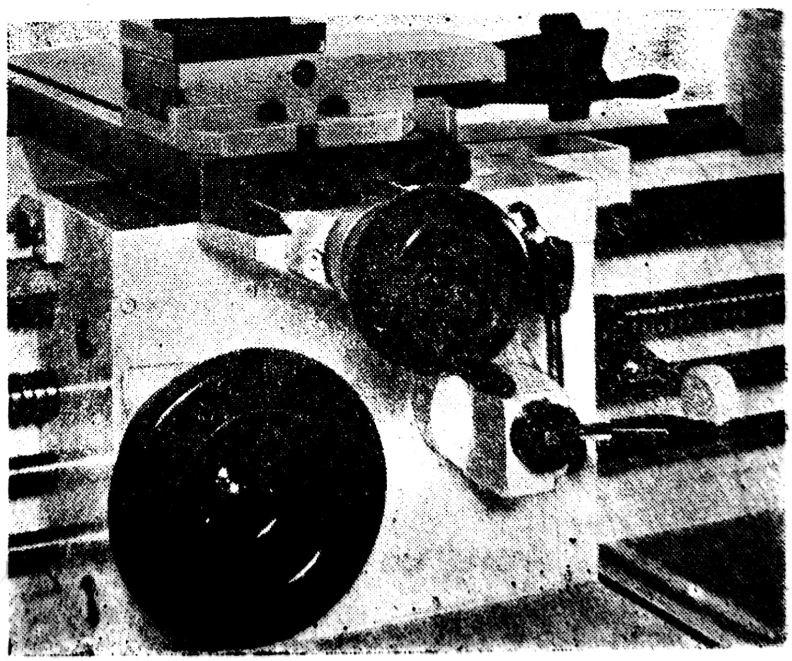


Fig. 5.15

Față de situația inițială, s-au obținut următoarele îmbunătățiri puse în evidență prin economia de mișcare (exprimată procentual) [46]: la acționarea dextrolaterală — 57%, la acționarea sinistrolaterală — 44%, la acționarea frontală — 45%.

Valorile diferite la acționările dextrolaterale și sinistrolaterale se explică prin sensul diferit de rotire a axului în timpul experimentărilor.

În cazul poziției sinistrolaterale a corpului, rotirea roții a determinat solicitarea la compresiune a brațului, în timp ce la poziția dextrolaterală sensul de rotire al axului a solicitat mîna la întindere.

c. **Roata de mînă pentru acționarea căruciorului.** Poate fi acționată fie cu ambele mîini, în cazul unor operații de reglare sau strunjire manuală longitudinală, fie cu o singură mînă, în cazul unor strunjiri sferice sau teșiri, la care mai concură și o componentă de avans transversal.

Analiza formei acestei roți de mînă presupune în principal o detaliere a pozițiilor succesive ale mîinilor, brațelor și antebrațelor, studiind modul de învăluire și postura la care este supus operatorul în timpul lucrului.

Ultimul aspect depinde de dimensiunea roții (diametrul ei) și respectiv de amplasarea acesteia în raport cu o suprafață preferențială adoptată.

În plus, o mare atenție urmează a fi acordată poziției spațiale relative față de celelalte elemente de comandă învecinate, întrucît, prin mărimea amplitudinilor mișcărilor necesare pentru mîini, brațe și antebrațe, aceste mișcări pot fi împiedicate să se desfășoare în condiții normale, necesitînd deplasări suplimentare, nedorite, care pot duce la oboseala prematură.

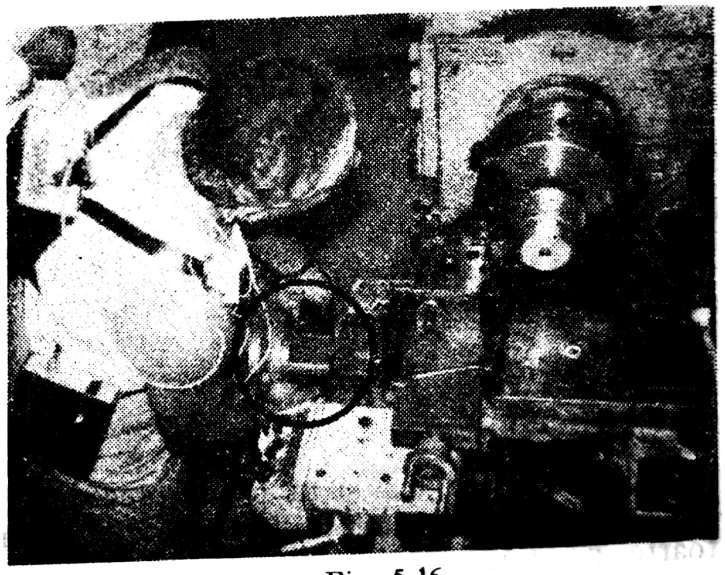


Fig. 5.16

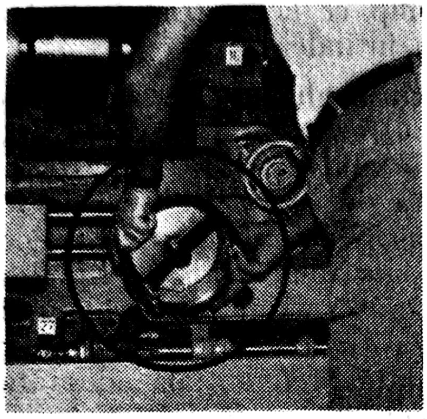
Fig. 5.16 ilustrează, de pildă, poziția tipică a operatorului în timpul operației de strunjire longitudinală (vedere de sus), prin deplasarea manuală a căruciorului, la un strung normal cu diametrul maxim de prelucrare de 400 mm. Corpul operatorului stă ușor aplecat în față (cca 10°), și spre dreapta (cca 5—10°) pentru urmărirea procesului de așchiere. Modul de cuplare predominant este de învăluire.

În fig. 5.17, *a*, *b*, *c* sînt prezentate trei poziții succesive la rotirea cu cac 90° a roții, după care este necesară reorientarea relativă a celor două mîini, pentru asigurarea continuității mișcării.

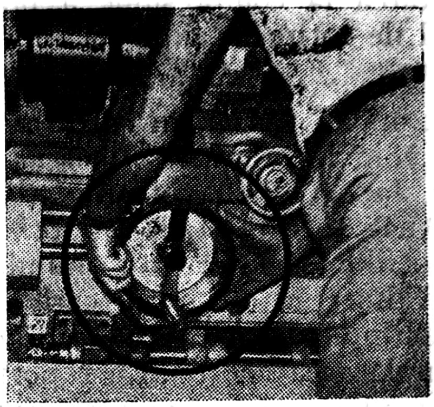
Întrucît forma roții este de coroană cu două spițe, mîna caută să se adapteze la forma secțiunii ei, cît și la dimensiunile acestei secțiuni. Forma dreptunghiulară a secțiunii, nu permite un contact corect pe toată palma, ceea ce face ca presiunea de contact să fie neuniform distribuită. După cum se

observă, o învăluire mai bună o realizează mîna stîngă (pentru sensul de deplasare spre dreapta al căruciorului), mîna dreaptă participînd numai cu trei degete, cu care de altfel se realizează și învăluirea coroanei.

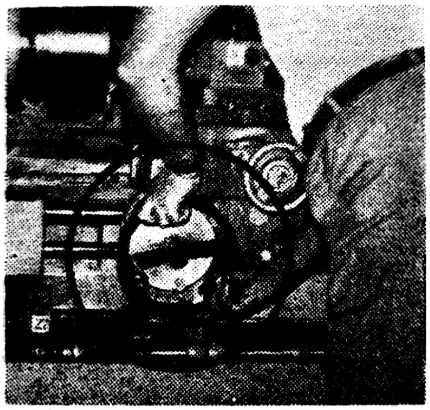
Pentru a crea un cuplu de rotire mai mare, poate fi utilizat și mînerul cu care este prevăzută roata, antrenat cu degetul cel mare, cînd ajunge într-o poziție convenabilă pentru a fi apucat.



a



b



c

Fig. 5.17

Mînerul roții, ca și în cazul precedent analizat, este util la deplasări de reglaj (apropieri sau retrageri rapide), cînd însă nu este necesară o mișcare foarte precisă.

O îmbunătățire a formei acestei roți de mînă se poate realiza pe baza considerațiilor făcute anterior, astfel încît să se mărească suprafața de contact a mîinii.

Problema trebuie analizată, și din punct de vedere al forței de acționare, dar aceasta este o problemă specifică fiecărui tip de mașină în parte (sau de reglaj), astfel încît o forță de acționare manuală rezonabilă poate fi obținută prin alegerea convenabilă a rapoartelor de transmitere din lanțul cinematic respectiv și prin alegerea unui diametru corespunzător al roții.

Pornind de la poziția (frontală, sinistrolaterală sau dextrolaterală) sesizată în timpul lucrului, o formă îmbunătățită pentru această roată poate fi urmărită în fig. 5.18.

Se poate sesiza o învăluire mai bună a profilului coroanei, favorabilă pentru fiecare din cele trei poziţii ale operatorului faţă de cărucior.

Schematic, modul de cuplare poate fi similar celui din fig. 5.13 sau celui din fig. 5.19 [21], [55].

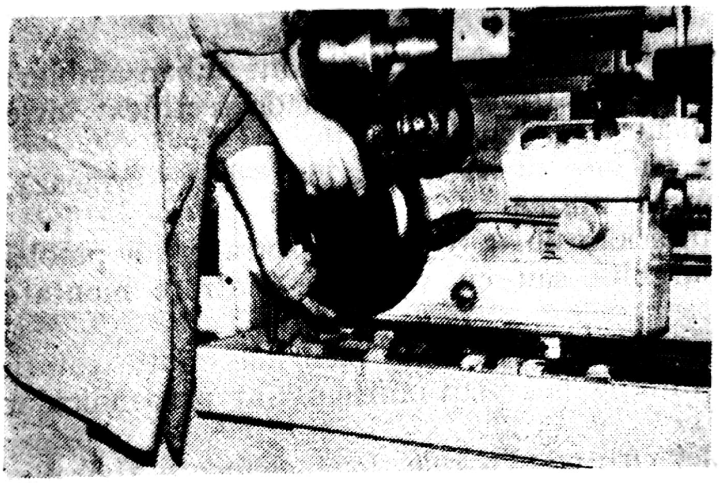


Fig. 5.18

Fig. 5.19

Se face menţiunea că o serie de maşini utilizează, pentru astfel de acţionări, roţi de mînă care au dispuse, fie pe partea posterioară, fie pe cea interioară a coroanei, diferite profile cicloidale, care oferă o posibilitate de cuplare foarte bună.

Sînt recomandate în special în cazul unor coroane „deschise", legate de butucul roţii prin spiţe.

Revenind la fig. 5.16, se poate sesiza o tendinţă de incomodare a braţelor la acţionare, datorată roţii de mînă pentru acţionarea saniei transversale. Încomodarea mişcării datorită dispunerii neraţionale faţă de celelalte elemente de comandă sau datorită structurii maşinii poate duce la întreruperea mişcării continue, ceea ce se poate evita printr-o „apucare" mai deasă, deci mişcări de rotaţie cu pas unghiular mai mic.

O situaţie similară a fost sesizată la un strung [46] care a suferit îmbunătăţiri ergonomice, în urma cărora, profilul roţii de mînă pentru acţionarea căruciorului a obţinut forma ce poate fi urmărită în fig. 5.15 jos. La această construcţie, pe lîngă modificarea profilului secţiunii, roata a fost detaşată cu 100 mm mai în faţa căruciorului, eliminînd efectul de incomodare datorat roţii pentru acţionarea saniei transversale, dînd posibilitate antebraţelor să se mişte liber.

Ca efect al acestei modificări, se menţionează că, pentru şase rotaţii ale roţii (care corespund la o deplasare a căruciorului de 150 mm), s-a obţinut, la forma îmbunătăţită, o economie de timp de 33%, manevrări cu cca 51% mai puţine, eliminînd necesitatea flexiunii şi apucării dese a profilului şi oferind o poziţie mai favorabilă a corpului.

d. **Roata de mînă pentru acţionarea păpuşii mobile.** Modul de lucru la această roată este foarte variat, funcţie de tipul manevrei. Se pot deosebi

Scanned with OKEN Scanner

două situații distincte: apropierea și retragerea pinolei păpușii mobile fără sarcină rezistentă și apropierea pinolei cu sarcină rezistentă.

În plus, roata de mînă a păpușii mobile este totodată și elementul de comandă manuală cel mai la îndemînă pentru deplasarea întregii păpuși pe ghidajele mașinii, operație mai rară, dar care solicită într-o măsură substanțială organismul.

Problema are un caracter general, căci păpușile mobile sînt subansambluri destul de răspîndite la toate tipurile de strunguri, mașini de rectificat între vîrfuri, rectificat caneluri, rectificat freze-melc etc.

Analiza modului de lucru se va face de asemenea, în cele ce urmează, prin particularizarea la strungurile normale.

Prima situație menținută anterior, de apropiere și retragere a pinolei este frecventă, făcîndu-se cu burghiul sau cu vîrful de centrare montate în conul interior al pinolei.

Aducerea acestora în poziție de lucru se face prin mai multe rotații ale roții de mînă, de regulă prin intermediul unui mîner plasat perpendicular pe planul roții.

Întrucît, la apropierea pinolei cu una din cele două elemente (burghiu sau vîrf de centrare), operatorul trebuie să supravegheze atent atingerea poziției dorite, lățimea medie a umerilor fiind de 450 mm, ținînd seama de lungimea păpușii (inclusiv pinola cu scula montată în ea și roata de mînă), este necesară o poziție a brațului relativ depărtată de corp.

Această poziție este defavorabilă mișcării de rotație necesare la roata de acționare.

Rezistența opusă la deplasarea pinolei este relativ mică, rezultată exclusiv din frecările în lagăre, și este învinsă prin deplasări cu amplitudini mari ale brațului, aflat într-o poziție nefavorabilă.

În această situație, practic, operatorul poate utiliza mînerul roții, pînă într-o zonă apropiată de contactul cu piesa, după care este necesar un control mai sigur al mișcării.

Este necesară deci cuplarea cu mîna a coroanei roții de mînă, cuplare care trebuie să asigure o continuitate a mișcării, în timp ce operatorul urmărește locul de contact cu piesa.

În cazul găuririi propriu-zise, este necesar un studiu mai atent al mișcărilor necesare legate de: necesitatea transmiterii unor forțe mari, care cere o bună deplasare a mîinii cu profilul roții și asigurarea continuității deplasării pinolei, pentru care mînerul și forma secțiunii sînt hotărîtoare (fig. 5.20).

Transmiterea optimă a forței este asigurată de apucarea prin învăluire.

Unele construcții dispun pentru aceasta de spițe care leagă coroana roții de butucul ei, însă, de obicei, în aceste situații, este necesar un diametru mare al roții, dacă se ține seama de lățimea medie a mîinii de 92 mm.

În plus, continuitatea mișcării nu este asigurată, căci eliberarea și apucarea repetată a cîte unei spițe duce la o mișcare sacadată.

La găuri de diametre mari, forțele de acționare sînt de asemenea mari, care duc la solicitări importante ale umărului înainte și înapoi și respectiv la torsiunea coloanei vertebrale între umăr și coapsă.

Scanned with OKEN Scanner

Apare o încărcare a vertebrelor lombare, care este mărită prin schimbarea nefavorabilă a forței de tracțiune în forță de compresiune și poate duce la rănirea inelelor vertebrale intermediare, respectiv a ligamentelor lor.

O formă îmbunătățită a acestei roți de mînă este prezentată în fig. 5.21 [63], realizînd transmiteri de forță cu 51% mai mari la împingere și cu 56% mai mari la tragere.

Forma permite o bună învăluire pentru acționarea cu ambele mîini la mișcări de apropiere sau retragere a pinolei sau a păpușii pe ghidajele batiului, ca și în timpul găuririi.

O altă posibilitate de realizare este sub forma unei „roți de timonă" respectiv cu cinci mînere dispuse radial pe coroana roții [46]. Aplicarea forței în cazul găurilor mari este mult ușurată, realizabilă cu ambele mîini,

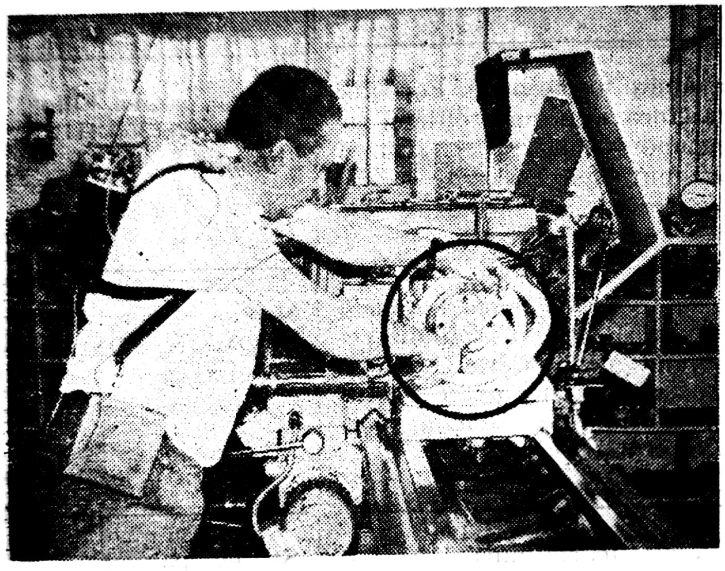


Fig. 5.20

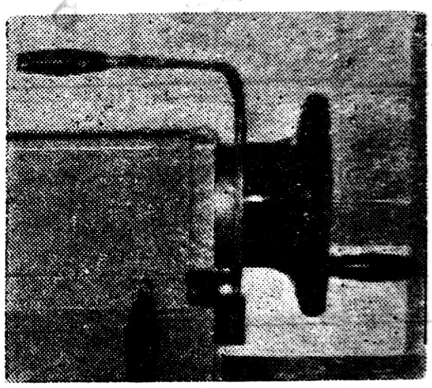


Fig. 5.21

astfel încît se micșorează mult mișcările corpului. Reducerea de mișcare prin acest model a fost de 61%, ducînd pe de o parte la o economie de timp de cca 36% și pe de altă parte la eliminarea torsiunii axei longitudinale a corpului și o încărcare uniformă a celor doi umeri. Prevederea roții cu aceste mînere radiale este rațională, însă numai în cazurile cînd se lucrează cu forțe mari, în cazurile obișnuite fiind preferabilă forma din fig. 5.21.

La ambele construcții, coroana roții se leagă de butucul ei printr-o secțiune închisă.

Roțile de mînă au o largă răspîndire la aproape toate mașinile-unelte universale.

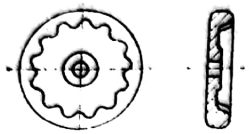
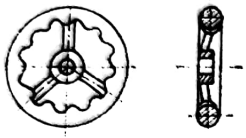
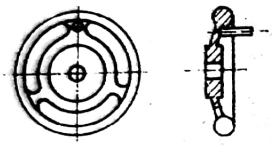
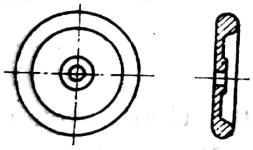
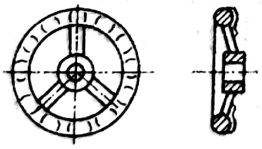
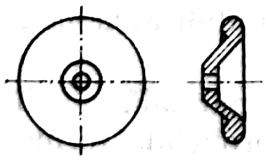
Problemele analizate anterior își păstrează valabilitatea la fiecare tip de comandă în parte și la fiecare tip de mașină.

La mașinile de rectificat, de pildă, comanda manuală a adîncimii de așchiere este foarte frecventă. Acest lucru face ca problema formei asociată amplasării și forței necesare de comandă, să fie un factor esențial, pentru a putea realiza avansul dorit.

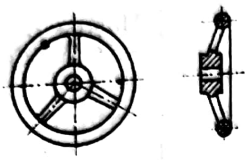
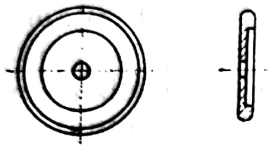
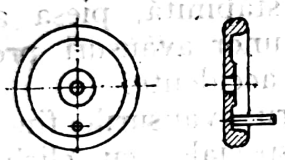
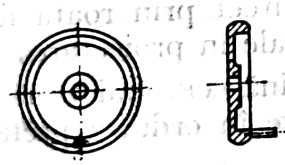
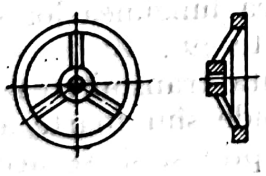
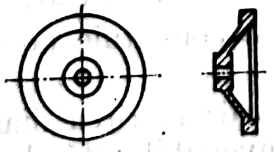
Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.1

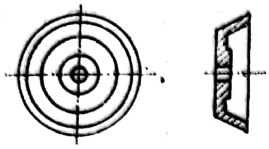
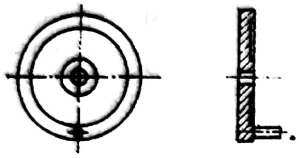
Forma roților de mînă

Nr. crt.	Forma roților de mînă	Caracteristici	Exemple de utilizare (mașini existente)
0	1	2	3
1		Învăluire foarte bună. Existența profilului cicloidal conferă o bună transmitere a cuplului	Mașina de rectificat ghidaje Waldrich-Siegen (R.F.G.)
2		Învăluire foarte bună. Forma și marginea secțiunii profilului corespund configurației palmei. Existența spițelor poate constitui pericol de accidente la avansul automat	Strung paralel Elliot, Cazeneuve 360 HB-X (Franța)
3		Învăluire foatre bună. Forma și marginea secțiunii profilului corespund configurației palmei. Existența spițelor poate constitui pericol de accidente la avansul automat	Mașina de rectificat SNOWOS, OSHD (Anglia)
4		Învăluire foarte bună. Forma și marginea profilului corespund configurației palmei	Strung paralel Boehringer (R.F.G.)
5		Învăluire foarte bună. Proeminențele dinspre spatele coroanei asigură transmiterea foarte sigură a cuplului. Spițele pot constitui pericol de accidente la cuplare avans automat	Mașina de rectificat cu ax vertical și platou rotativ KRTC (Toshiba — Japonia)
6		Învăluire bună. Forma coroanei foarte bună, dar mărimea secțiunii ei mică în comparație cu dimensiunile palmei	Mașina de rectificat SNOW (OS)

Tabelul 5.1 (continuare)

0	1	2	3
7		Învăluire bună. Forma coroanei foarte bună, dar mărimea secțiunii ei mică în comparație cu dimensiunile palmei	Mașina de rectificat SNOW (OS-OSHD)
8		Învăluire bună. Spițele pot fi pericol de accidente la cuplarea avansului automat	Mașina de rectificat Naxos-Union; Blanchard (ax vertical); Churchill (pt. valțuri) tip TWA; TWB; TWR
9		Învăluire satisfăcătoare	Mașină de rectificat cu ax vertical Kehren RS—6B-12B (R.F.G.); Scheffield—Giustina (Italia)
10		Învăluire satisfăcătoare	Mașina de rectificat RSM(Kolb) (R.F.G.)
11		Învăluire satisfăcătoare	Mașina de rectificat RSM(Kolb) (R.F.G.).
12		Învăluire satisfăcătoare. Spițele pot provoca accidente la cuplarea avansului automat	Strunguri normale SNA 280; SNA 400
13		Învăluire satisfăcătoare	Mașina de rectificat Elliott; Jones-Schipman; Favretto; etc.

Tabelul 5.1 (continuare)

0	1	2	3
14		Învăluire satisfăcătoare	Mașina de rectificat plan ABWOOD 5025
15		Învăluire satisfăcătoare	Mașina de rectificat SNOW-RT 400
16		Învăluire satisfăcătoare	Mașinile de rectificat RPO 320; RPO 200

Dacă mișcarea roții de mînă nu este perfect stăpînită, piesa aflată în lucru se poate deteriora sau, în cazul comenzilor unor avansuri prea mari, pot apare spargeri ale corpurilor abrazive și deci accidente.

De multe ori, la mașinile de rectificat, pentru avansurile fine, micrometrice, sînt prevăzute mecanisme incrementale speciale, cu clichet, care rezolvă problemele de precizie, în marea lor majoritate.

Totuși, sînt situații cînd operatorul acționează direct prin roata de mînă, fiind deci necesară respectarea unor precauții speciale în proiectarea lor.

O prezentare succintă a tipurilor de roți de mînă cele mai uzuale poate fi urmărită în tabelul 5.1. Aceste roți sînt trecute în ordinea preferințelor ergonomice.

Față de cele arătate, se menționează că la fiecare din roți pot exista mînere pentru acționare (fixe sau rabatabile) sau nu. O recomandare de ordin general, în cazul existenței mînerelor, este ca lungimea lor să nu fie exagerată, ele putînd constitui sursa de accidente [9].

Spițele prevăzute la unele construcții pot ajuta transmiterea cuplului, dar, în cazul în care comenzile de avansuri rapide sînt foarte accesibile, muncitorul poate să-și prindă degetele între aceste spițe și să se accidenteze.

Este recomandabil ca, la deplasarea automată rapidă, axul roții de mînă să fie decuplat de coroana ei, eliminînd inconvenientele specificate anterior.

O altă problemă legată de roata de mînă o constituie posibilitatea urmăririi vizuale a tamburilor gradați.

Problema se poate rezolva pe următoarele căi: mărirea diametrului tamburului și plasarea la o distanță de unghi convenabil față de coroana roții; alegerea unei roți de mînă cu coroană în formă de tor, cu nervuri,

citirea fiind posibilă prin spațiul dintre coroană și butuc, cu luarea măsurilor corespunzătoare de evitare a accidentării prin existența spițelor (fig. 5.22); plasarea tamburului, printr-o legătură cinematică internă, într-un loc ușor accesibil ochilor; prevederea unor sisteme optice sau electronice de afișare a cotelor (mașini în coordonate, cu afișaj de cote etc.).

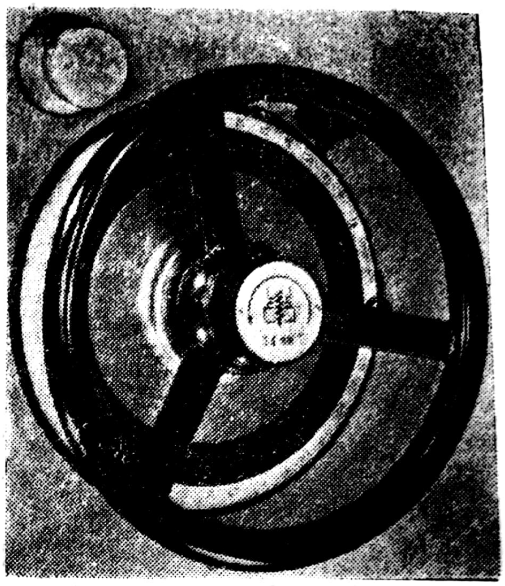


Fig. 5.22

Dimensiunile roților de mînă, după cum s-a specificat, variază funcție de mărimea mașinii, rolul și efortul necesar.

Între diametrul secțiunii coroanei și diametrul roții de mînă, s-au stabilit, din experiențe [9], relațiile următoare: pentru diametrul roții de 150—500 mm, diametrul secțiunii coroanei variază între 20 și 50 mm.

În cazul a două roți de mînă învecinate, prevăzute cu mînere, se recomandă o distanță minimă de 75 mm între suprafețele extreme apropiate.

5.2. Mînere

Acest tip de elemente de comandă manuală are, de asemenea, o foarte largă răspîndire la mașinile-unelte.

Practic, toate comenzile de potrivire a turațiilor, avansurilor, de cuplare manuală etc. (exceptînd cazul comenzilor electromecanice) se fac prin intermediul mînerelor.

Mînerele, alături de roțile de mînă, constituie piesele intermediare între mîinile operatorului și mașină.

Întrucît acest cuplu este realizat, de regulă, timp îndelungat, forma lor este deosebit de importantă pentru menajarea pielii.

Mînerele sînt părți ale elementelor de comandă manuală prin care se realizează cuplarea propriu-zisă dintre ele și mîna operatorului. Ele pot fi atașate roților de mînă, manetelor sau manivelelor. De aceea, forma lor trebuie să corespundă necesităților locale de utilizare.

În cazul unui mîner s f e r i c, acesta nu cuplează pe întreaga suprafață interioară a mîinii, în aceeași poziție.

La diametre mici ale bilei, o suprafață mai mare de contact se realizează numai printr-o apăsare mai mare.

În cazul unor astfel de operații cu frecvență mare de acționare, pot apărea răniri ale pielii.

Forma de sferă, în cazul frecvent, cînd suprafața ei este lucioasă și unsuroasă, poate duce uneori la alunecarea mîinii de pe mîner și pericolul iminent de rănire sau accidentare.

La transmiteri de cupluri mari (40—240 Nm), este necesară o bună învăluire a mînerelor cu suprafaţa mîinii, ceea ce se poate realiza prin mărirea suprafeţei de contact.

La mînerele de formă *cilindrică*, apucarea cu învăluire este improprie particularităţilor mîinii, întrucît numai o parte din suprafaţa interioară a mîinii atinge mînerul (fig. 5.23, *a* şi *b*).

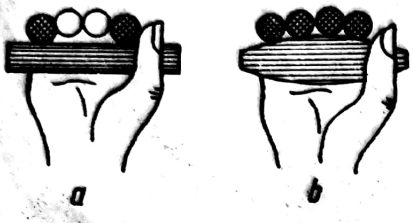


Fig. 5.23

Datorită lungimii diferite a degetelor, suprafaţa interioară a degetelor îndoite, de la cel mic la cel arătător, este goală.

O suprafaţă de apucare cilindrică atinge cu precădere degetul arătător şi cel mic. Numai la strîngerea mai accentuată a mînerului în podul palmei, se va realiza contactul dintre acesta şi celelalte două degete, inelar şi mijlociu.

Dacă la forma cilindrică a mînerului se asociază o lungime scurtă a acestuia, cuplarea este şi mai dezavantajoasă, micşorînd substanţial capacitatea de transmitere a efortului.

Arhitecţii şi design-erii industriali au tendinţa să atribuie mînerelor o formă cilindrică, colţuroasă, nu totdeauna preferată din punctul de vedere ergonomic.

De pildă, aşa cum rezultă din fig. 5.24, forma mînerelor realizate se integrează perfect în forma cubistă a maşinii (un strung normal), însă faţă de suprafaţa interioară a mîinii operatorului, ţinînd seama şi de dimensiunile relative, rezultă o cuplare defectuoasă. Aici se mai remarcă şi încă un aspect negativ, legat de poziţionarea faţă de elementele de comandă manuală învecinate: în poziţia din figuri, degetele mîinii sînt efectiv prinse între mînerul manetei şi tamburul manetei vecine.

În figura 5.25, se prezintă şi mai clar modalitatea defectuoasă de cuplare la un mîner de construcţie similară, ceva mai mic, acţionat spre stînga. Muchia mînerului intră în podul palmei, ceea ce poate duce la vătămarea pielii. Dacă la această manevră mai concură şi o forţă de cuplare mare, din cauza unei construcţii cinematice deficitare a mecanismului de acţionare a baladorului, iminenţa vătămării mîinii este şi mai accentuată. Cerce-

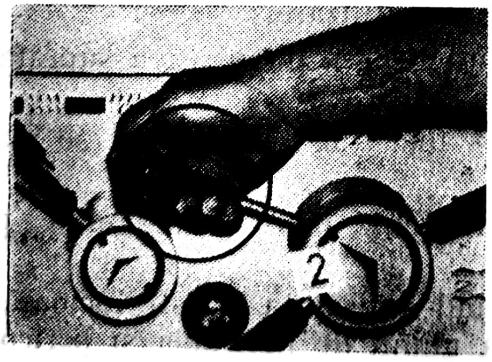


Fig. 5.24

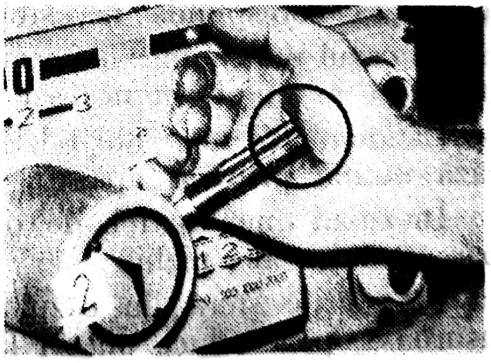


Fig. 5.25

tările experimentale [21], [46], [55] au dus la elaborarea de construcții ergonomice, integrabile totodată în forma modernă a mașinilor-unelte. Rezultatul cercetărilor au condus la concluzia că forma cea mai potrivită este cea de „fus". Curbura fusului trebuie să corespundă golului suprafeței de contact de la degetul mic la cel arătător, pe suprafața interioară (fig. 5.23, *b* și fig. 5.26).

Din fig. 5.26 rezultă că, pe lîngă o repartizare egală a contactului tuturor degetelor cu profilul mînerului, mușchii palmei se mulează perfect, presiunea specifică de contact fiind aproximativ egală în toate punctele mîinii.

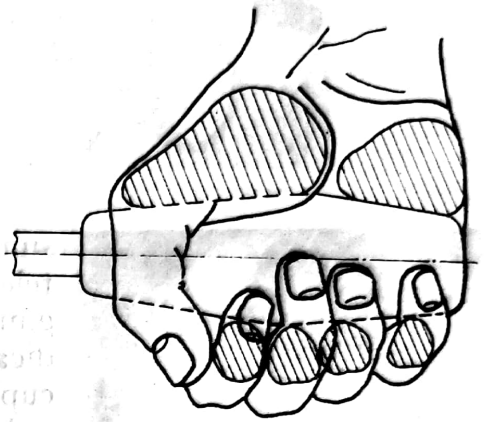


Fig. 5.26

Dimensiunile ideale ale mînerului depind de măsurătorile antropometrice, respectiv de dimensiunile medii ale operatorului și de destinația mînerului. În urma unor măsurători amănunțite ale dimensiunii mîinilor, s-a ajuns la o lungime medie de cca 92 mm [46]. De aceea, pentru mînerele de uz general, lungimea recomandată trebuie să se înscrie între 100—105 mm.

O influență mare asupra posibilității de transmisie a forței o are diametrul mînerului. După cum au arătat cercetările [46], acesta trebuind să fie cuprins între 26 și 32 mm.

Forma mînerelor de multe ori a fost lăsată și pe seama imaginației și simțului artistic al proiectantului, fără a se avea în vedere necesitățile ergonomice care trebuie satisfăcute.

În fig. 5.27 sînt prezentate, spre exemplificare, o serie de tipuri de mînere întîlnite destul de frecvent în practica industrială. Formele de mînere din fig. 5.27, *b* nu se recomandă nici din punct de vedere al cerințelor de cuplare optimă, nici din punct de vedere estetic. Forme acceptabile de mînere sînt cele din fig. 5.27, *a*, din care cea mai recomandată în cazul transmiterii de cupluri mari este prima.

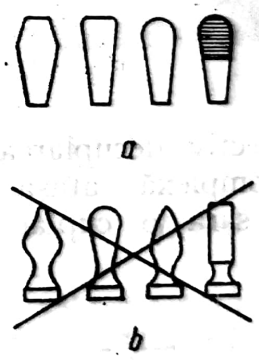


Fig. 5.27

În fig. 5.28 este prezentat un exemplu de realizare a unui astfel de mîner, aplicat la un selector de turații al unui strung normal [63].

În fig. 5.29, se poate vedea un alt exemplu de realizare, rezultat în urma unor cercetări efectuate asupra unui strung supus unor experimentări ergonomice [55].

Față de situația precedentă observată la același selector de turații (fig. 5.24, 5.25), forma se prezintă mult îmbunătățită, atît prin modul de învăluire a mînerului, cît și prin modificarea brațelor manetelor de acționare, ca formă și dimensiuni.

În cazul în care manetele sau roțile de mînă la care se aplică mînerele sînt relativ mici, este dificilă utilizarea fără discernămînt a acestor dimen-

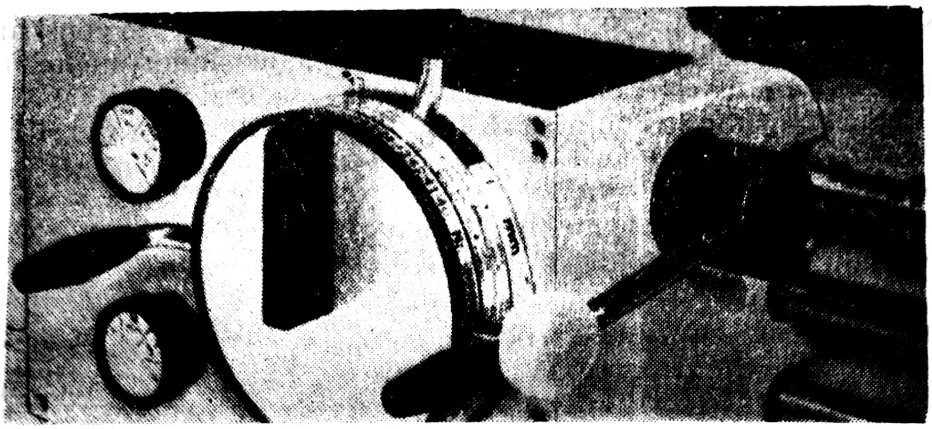


Fig. 5.28

Fig. 5.29

siuni. Astfel, în cazul unor manete la care forțele sînt relativ mici, sau la roțile de mînă, lungimile de 100—105 mm recomandate pot împiedica alte comenzi. În plus, dacă nu se poate decupla mișcarea de rotație de la axul roții la corpul ei, mînerul prea lung poate prezenta pericolul de accidentare. De aceea, în astfel de situații, se acceptă scurtarea lui, putînd fi utilizate, spre exemplu, recomandările date în [9] pentru trei tipodimensiuni (fig. 5.30). Dimensiunile corespunzătoare din figură sînt date în milimetri în tabelul 5.2.

Un tip special de mîner, pentru care a fost necesară acordarea unei atenții deosebite, este cel atașat manetei de selectare și cuplare a sensului de avans al cuțitului la un strung normal [46], [63].

Rolul acestei manete era deci de selectare pe patru direcții a avansului și de cuplare, respectiv decuplarea deplasării rapide. În această situație, mișcarea fiind complexă, atașarea unui mîner sferic ar fi nefavorabilă, întrucît este necesară o cuplare rapidă și sigură pe cele patru direcții, la o rezistență de circa 80 Nm. Mîna operatorului, de cele mai multe ori unsuroasă, alunecă de pe bilă foarte ușor. În afară de aceasta, după cum s-a specificat anterior, suprafața de cuplare pe o suprafață sferică este mică față de rezistența ce trebuie învinsă. Pentru rezolvarea problemei, adoptarea unui mîner cilindric, sau chiar în formă de fus, ar fi de asemenea improprie. De aceea, în scopul obținerii unei suprafețe de cuplare mărite, pentru realizarea sigură și rapidă a deplasării pe fiecare din cele patru direcții, s-a propus și experimentat un mîner în formă de „pară", avînd secțiunea pătrată cu muchiile puternic rotunjite (fig. 5.31).

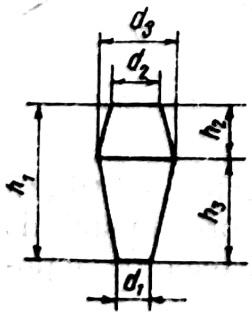


Fig. 5.30

Tabelul 5.2

Dimensiunile de bază ale mînerelor scurtate (fig. 5.30)

Parametrul	Tipodimensiunea		
	I	*II*	*III*
d_1	16	20	34
d_2	20	25	30
d_3	25	32	40
h_1	44	66	92
h_2	15	22	30
h_3	30	43	60

Pentru cuplarea motorului de deplasare rapidă, în centrul mînerului a fost încorporat un buton, plasat astfel încît poate fi foarte ușor reperat și acționat.

Un alt caz luat în studiu este cel al mînerului manetei pentru cuplarea șurubului conducător al aceluiași strung [46], [63].

Mișcarea specifică este „sus-jos". De aceea, forma lui trebuie adaptată acestei mișcări și particularităților anatomice ale mîinii și articulației ei.

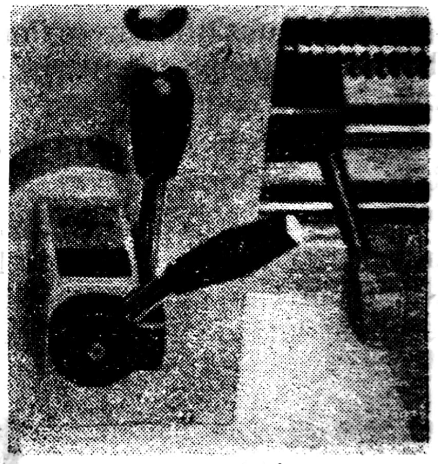


Fig. 5.31

Cantitatea de mișcare a articulației mîinii la executarea unei asemenea comenzi, exprimată în grade, este următoarea: radial (spre degetul cel mare) — 15°; ulmar (spre degetul cel mic) — 30°; dorsal (spre partea dorsală a mîinii) — 45°; volar (spre interiorul mîinii) — 60°.

La construcția de strung luată în studiu, sînt necesare două tipuri de mișcări: rotirea mînerului în jurul axei lui longitudinale pentru deblocarea zăvorului cuplajului (măsură de prevenire a accidentelor prin cuplare involuntară) și mișcarea de cuplare verticală față de axa longitudinală a mînerului, cu 30° în jurul centrului de rotație al manetei respective.

Datorită eficacității necesare a zăvorului de deblocare, este necesară învingerea unei rezistențe de cuplare mare. Ea atinge, la maneta cercetată (deblocarea prin rotirea mînerului în jurul axei longitudinale cu 30°) o valoare de cca 850 Ncm.

La un mîner cilindric, acest moment de rotație este greu de realizat, mai ales cînd mîinile sînt unsuroase.

Rezolvarea problemei a fost posibilă prin alegerea unei asemenea forme, care să permită transmiterea forței verticale și tangențiale între mînă și mîner. În acest sens, a fost propus un mîner în formă de pară [46], astfel construit încît partea mai voluminoasă este sferică, iar pe măsură ce raza ei scade, se transformă într-o formă de poligon cu patru laturi curbe.

Scanned with OKEN Scanner

Ulterior, în același scop, a fost introdus un alt tip de mîner [63] în formă de disc cu muchiile rotunjite (fig. 5.28 și 5.31). Mișcarea de răsucire a manetei în jurul axei ei longitudinale se realizează cu ajutorul degetului mare, printr-o rotire radială, forma permițînd o bună așezare.

A fost de asemenea experimentată, cu bune rezultate, și o manetă similară, la care s-a atașat un mîner în formă de „felie de pară" cu muchiile rotunjite [55].

Deși aceste forme apar oarecum în discordanță cu aspectul general cubist al mașinii, dacă se acordă o atenție sporită culorii, materialului utilizat pentru mîner și realizării lui îngrijite, această discordanță poate fi mult diminuată.

În cazurile în care axul mînerului este vertical, cum ar fi de pildă la maneta de blocare-deblocare a suportului portcuțit al strungului, de asemenea, forma sferică — de altfel foarte des utilizată — nu satisface pe deplin necesitățile.

Cu circa 500 Nm rezistență de lucru, decuplarea manetei pretinde o transmitere optimă a forței.

În cazul unui mîner sferic, mîna are tendința să se sprijine printr-o „apucare de contact" și necesită o forță normală a mîinii pe suprafața mînerului.

Corespunzător direcțiilor de mișcare a mînerului, corpul sau mîna trebuie să ocupe poziții foarte nefavorabile pentru a face ca forța ce se transmite să fie continuă.

Cu cît forța rezistentă este mai mare, cu atît apare mai necesară o asamblare „prin formă".

La forma de bilă, cuplarea se face „prin frecare", putînd ca mîna să alunece la aplicarea forței. Pentru a învinge forța rezistentă, mîna trebuie să fie puternic îndoită dorsal. În această poziție a mîinii, mînerul sferic este deplasat față de axa antebrațului și aplicarea forțelor se face printr-un efect de pîrghie asupra încheieturii mîinii. Mușchii flexori ai radiului și cubitusului sînt suprasolicitați și nu sînt excluse accidentele.

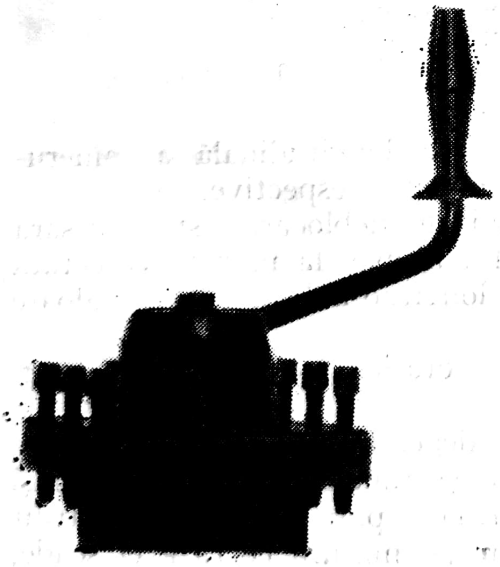


Fig. 5.32

De multe ori, strungarii utilizează diferite materiale cu care înfășoară mînerul sferic, pentru a mări suprafața și frecarea între mînă și mîner, și realizează deblocarea cu una sau mai multe lovituri pentru a învinge rezistența de aderiune a manetei.

În scopul îmbunătățirii condițiilor de manipulare, mînerul de contact sferic a fost înlocuit cu un altul prevăzut cu o formă de apucare corespunzătoare (fig. 5.32). În acest fel, în orice poziție a antebrațului, la mișcarea de apucare, forța mușchilor brațului se trans-

Scanned with OKEN Scanner

mite în prelungirea axei acestuia, pe o direcție perpendiculară, ceea ce practic duce la o asamblare „prin formă". Articulația mîinii aflîndu-se într-o poziție normală, nu mai apar efecte de pîrghie.

În cazul mînerelor destinate manetelor, se preferă o rugozitate foarte mică ($R_a < 0{,}4$ μm).

Ca materiale recomandate pentru execuția mînerelor, se indică bachelita, ebonita, poliamida sau rășinile epoxidice.

Acestea au în general o conductibilitate tehnică redusă, astfel încît împiedică pierderea căldurii corpului prin suprafața lor, deci elimină sau diminuează senzația de rece a metalului.

5.3. Manete

Aceste elemente de comandă manuală se compun din: mîner, brațul manetei și butucul antrenor.

Sînt foarte răspîndite la mașini-unelte, practic la toate comenzile manuale pentru reglarea turațiilor, avansurilor, cuplării sau decuplării manuale (vezi fig. 5.28; 5.29; 5.31).

Întrucît mîna operatorului este în contact permanent cu mînerul, ca element component de bază se justifică analiza făcută în subcapitolul precedent asupra formei acestuia.

Brațul manetei este elementul de transmitere a forței la butuc. El trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

— Să fie rigid, astfel încît să nu se deformeze elastic la comenzile curente.

— Să asigure prin lungimea sa un raport de transmisie corespunzător, astfel ca să rezulte forțe de acționare în limite admisibile.

— Prin forma lui, nu trebuie să împiedice manevrarea altor elemente de comandă.

— Să nu împiedice vizibilitatea la aparatele indicatoare plasate pe mașină, tamburi gradați etc.

— Amplasarea lor să fie făcută potrivit recomandărilor generale din cap. 4.

— Să permită transmiterea mișcărilor (comenzilor) fără a solicita poziții dificile ale mîinii, brațului și antebrațului sau să supună articulațiile respective la solicitări improprii, prin amplitudinea deplasărilor unghiulare.

— Să se încadreze armonios prin formă și aspect în ambianța generală a mașinii. În acest sens, de obicei se aplică metalizarea (cromare, nichelare, cadmiere) sau brunarea, vopsirea lor fiind nerecomandată.

Butucul antrenor este elementul final al manetei ce realizează cuplarea cu primul element al lanțului cinematic destinat comenzii respective. Forma lui trebuie să îndeplinească cerințele estetice impuse elementelor de microstructură. Din punct de vedere ergonomic, o cerință fundamentală este ca muchiile să fie rotunjite pentru a evita accidentările.

De multe ori, pe butucul manetelor se atașează fie diferite simboluri, fie tamburi gradați (fig. 5.28).

Scanned with OKEN Scanner

Manetele necesită, pentru acționare, spațiu corespunzător. Poziția cea mai convenabilă a unei manete se consideră cea verticală, astfel ca greutatea mîinii să se sprijine pe mînerul ei (fig. 5.32).

În ceea ce privește amplasarea ei, la acțiunea de împingere și tragere, se recomandă: maneta dispusă vertical — la înălțimea umărului; maneta dispusă orizontal — la înălțimea coatelor. Unghiul maxim de rotire este 90°.

Forța maximă de tracțiune se obține cînd amplasarea și traiectoria permit această mișcare cu brațul întins.

Forța maximă de împingere se obține la o îndoire a brațului de 160° față de antebraț.

Dacă este necesară o deplasare precisă, aceasta se poate obține printr-o acțiune de împingere sau tragere și mai puțin prin mișcări laterale sau de sus în jos.

În cazurile cînd sînt necesare forțe mari, se utilizează „roata stelară", formată din mai multe manete dispuse pe același butuc rotitor.

Lungimea manetei (de la capăt la axul butucului) depinde de rezistența necesară. În medie se recomandă între 150—300 mm.

Între axele a două manete învecinate, la acționarea cu o mînă, distanța minimă va fi de 51 mm, cea optimă considerîndu-se la 102 mm [9].

5.4. Manivele

Au o utilizare relativ restrînsă la mașinile-unelte. Se întîlnesc la mașinile de găurit mici, de banc, pentru potrivirea înălțimii față de masa de lucru, la mașinile de frezat cu consolă, la rotirea suportului portcuțit al strungului (vezi fig. 5.32) etc.

Se caracterizează prin: domeniu nelimitat de rotație; identificarea poziției este deficitară; spațiu necesar relativ mare; realizarea de eforturi mari; realizarea de reglaje precise și rapide la sarcină.

Se utilizează în cazurile cînd, fie se impun pentru comandă cel puțin două rotații complete, fie cînd sînt necesare viteze mai mari de comandă.

Lungimea brațului manivelei depinde de forța rezistentă, dar și de viteza de rotație necesară.

Astfel, mai jos este dată această dependență:

rot/min	276	225	235	185	140
lungimea (mm)	60	100	140	240	580

Vitezele mai mari de 180 rot/min se recomandă să fie evitate pe cît posibil.

Corelația dintre lungimea brațului manivelei, forța necesară și viteza de manipulare rezultă din tabelul 5.3.

Viteza de manipulare depinde și de frecvența necesară acestei operații: la frecvență mare — 3—10 rot/min; la frecvență mică — 30 rot/min; la frecvență foarte mică — 100 rot/min.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.3

Corelația dintre lungimea brațului manivelei, viteza de manipulare și forța de acționare

Lungimea brațului manivelei (L), mm	Viteza de manipulare	Forța necesară daN
$L \leqslant 90$	foarte mare și continuă	min. 0,9 max. 2,3
$90 \leqslant L \leqslant 120$	foarte mare și continuă	min. 2,0 max. 4,0
$120 \leqslant L \leqslant 200$	mare și continuă	min. 2,3 max. 4,5

Se face mențiunea că, la viteze mari de manipulare, mînerul trebuie să fie rotitor. La reglaje fine, dimpotrivă sînt mai indicate mînerele fixe.

Lungimile recomandate ale brațului manivelei sînt [9]: la sarcină mică, $L_{max} = 120$ mm; la sarcină mare, $L_{max} = 500$ mm.

Alte recomandări țin seama de poziția manivelei față de sol, direcția de acționare etc. [39]

5.5. Butoane

Butoanele reprezintă o largă categorie de elemente de comandă manuală, frecvent utilizate la panourile sau pupitrele de comandă ale mașinilor-unelte.

Se disting următoarele tipuri principale de butoane: acționate prin apăsare, acționate prin rotire, acționate prin basculare.

5.5.1. **Butoane acționate prin apăsare.** Se pot grupa în: butoane de mînă sau de picior. Întrucît la mașini-unelte se utilizează cel mai frecvent butoane de mînă, se vor face referiri la această categorie, pentru celelalte putîndu-se găsi recomandări în literatură [19], [42], [33].

Butoanele acționate prin apăsare manuală ocupă în general spațiu restrîns. De obicei sînt colorate, fiecare culoare simbolizînd cîte o categorie de comandă. Ca regulă generală, spre exemplu, pentru butoanele de oprire a unei comenzi s-a adoptat culoarea roșie.

Unele construcții au încorporat becuri, aprinderea lor făcîndu-se numai la apăsarea butonului respectiv. Suprafața de apăsat trebuie să fie suficient de mare și concavă sau rugoasă, fără pericolul de alunecare a vîrfului degetului. Forța de apăsare trebuie să fie mică, presiunea de contact, de asemenea, mică. Dimensiunile recomandate în literatură variază funcție de sursă (tabelul 5.4).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.4

Parametrii recomandați la acționarea cu butoane

Nr. crt.	Dimensiunea		[42] Min	[42] Max	[19] Min	[19] Max	[4] Min	[4] Max	[391] Min	[391] Max	[9] Min	[9] Max
1	*D* — Diametrul (mm)	Acționare cu degetele	12,7	25	12 (30 pentru buton de alarmă)	15 (40 pentru buton de alarmă)	12	30	8	19	12	30
2		Acționate cu degetul mare sau cu toată palma	25	50					19	—	30	50
3	Cursa liberă (mm) pentru acționări cu oricare din degete sau cu palma (*H*)		3	25	3	10	3	—	3	48	3	6 (50 la acționarea cu palma)
4	*L* — Distanța dintre butoane (mm)	Acționări cu un singur deget, dar în secvențe apropiate							6	25		
5		Acționări cu un singur deget	16	—	15	50	15	—	13	51	15	50
6		Acționări cu degetele, de la o mînă pe butoane diferite							13	13		
7	Forța rezistentă (daN)	Acționare cu degetele, exclusiv degetul mic	0,20— 0,28	0,85	0,25	0,5	0,25	1,1	0,28	0,82	0,2	1,0
8		Acționare și cu degetul mic							0,14	0,46		

Scanned with OKEN Scanner

Dimensiunile literare din tabel corespund indicațiilor din fig. 5.33.

La acționarea butonului, poziția de comandă trebuie să fie percepută fie prin semnal sonor („clic") fie prin semnal luminos.

În cazul mai multor butoane, este de preferat ca acestea să fie așezate orizontal și nu vertical, aceasta micșorînd posibilitatea comenzilor greșite.

În scopul evitării apăsării butonului vecin, ele trebuie așezate, fie la același nivel cu suprafața plăcii, fie să fie protejate cu ajutorul unei bucșe (fig. 5.34).

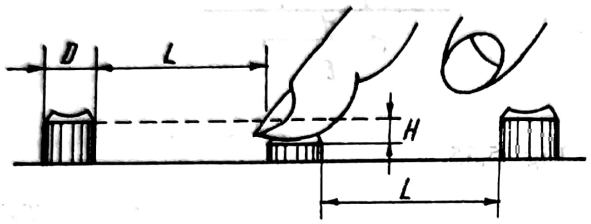


Fig. 5.33

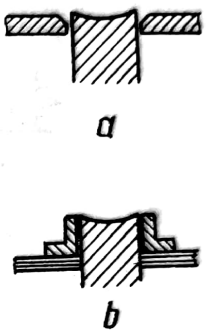


Fig. 5.34

În cazul necesității comenzii cu mai multe degete, se preferă butoanele pătrate.

Se face mențiunea că butoanele de comandă se execută în prezent în construcții tipizate, sarcina proiectantului de mașini rezumîndu-se la alegerea celui mai adecvat buton și la amplasarea lui pe panou.

5.5.2. **Butoane acționate prin rotire.** Se pot deosebi butoane: rotunde, în formă de săgeată, combinație buton-manivelă, mai multe butoane pe același ax.

Ca destinație, pot servi la reglaje (continue sau în trepte) sau la comanda a două sau mai multor funcțiuni diferite (întrerupător selector rotativ).

Ca formă, butoanele rotative au fost condificate și clasificate funcție de tipul comutației (vezi cap. 6, fig. 6.14) [4]; [33].

Butoane rotative destinate reglajelor pot fi acționate cu două, trei, patru sau cinci degete, respectiv cu toată mîna.

În fig. 5.35 sînt prezentate modurile de apucare (învăluire) a butoanelor, funcție de numărul degetelor în contact.

Față de notațiile din fig. 5.35, valorile dimensiunilor și forțelor [9] necesare de manipulare sînt trecute în tabelul 5.5.

Suprafața periferică a butoanelor trebuie să fie randalinată sau să prezinte proeminențe (caneluri), pentru o bună cuplare. Se recomandă ca numărul proeminențelor să fie par.

Înălțimea acestor proeminențe, de pildă, pentru butoane cu diametrul cuprins între 38 și 64 mm, se recomandă să fie între 3 și 13 mm, iar distanța dintre ele cca 12 mm [19].

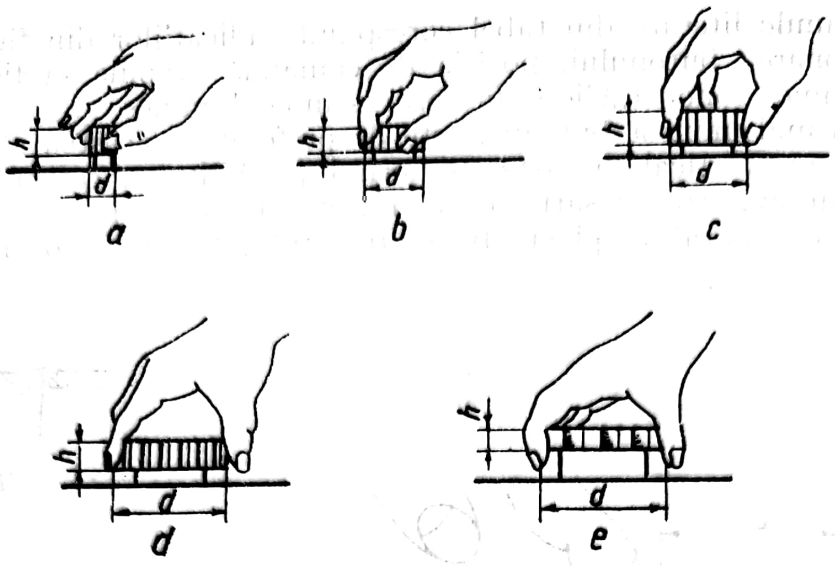


Fig. 5.35

Tabelul 5.5

Dimensiunile şi forţele de manipulare ale butoanelor (fig. 5.35)

Tipul butonului / Parametrul	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
d (mm)	6÷10	10÷20	25÷40	50÷80	50÷60
h (mm)	13÷25	20÷25	8÷25	8÷25	10÷15
Forţa (daN)	opt. 0,15 max. 1,00	opt. 0,20 max. 2,00	opt. 0,25 max. 2,50	opt. 0,50 max. 5,00	opt. 3,00 max. 10,00

În cazul butoanelor acţionate cu toată mîna (fig. 5.36), se recomandă [9]: $h_1 = 25$ mm; $d = 60 \div 150$ mm; $h_2 = 12 \div 15$ mm.

Distanţa între două butoane rotative alăturate va fi cuprinsă între 20 şi 30 m .

În cazul cînd sînt necesare viteze mai mari de rotire, se poate utiliza o manivelă mică ataşată butonului.

Pentru a obţine economie de spaţiu, se apelează şi la execuţia de butoane rotative concentrice (fig. 5.37) [33].

Pentru butoanele acţionate în trepte, se va crea o rezistenţă elastică aşa încît, la fiecare treaptă, butonul să cadă exact pe locul necesar, marcînd aceasta şi printr-un sunet de „clic".

La butoanele prevăzute cu scale gradate, se va mări înălţimea butonului, astfel ca unghiile să nu zgîrie scala şi să se permită citirea acesteia. În acelaşi scop, între sectorul de prindere şi scala gradată se va intercala un umăr, care să nu permită unghiilor să vină în contact cu scala.

Scanned with OKEN Scanner

Momentul de rotație la acționarea cu butoane rotative, este funcție de: *mărimea diametrului* (crescînd odată cu creșterea diametrului); *modul de prindere* (crescînd cu creșterea frecării dintre mînă și suprafața de prindere a mînerului, astfel încît la prinderea cu toată palma, momentul crește de circa 2 ori, comparativ cu prinderea cu degetele); *modul de amplasare* (momentul este mai mare cînd axa butonului este orizontală, paralelă cu

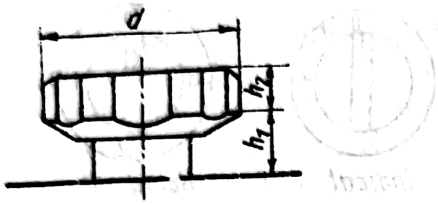


Fig. 5.36

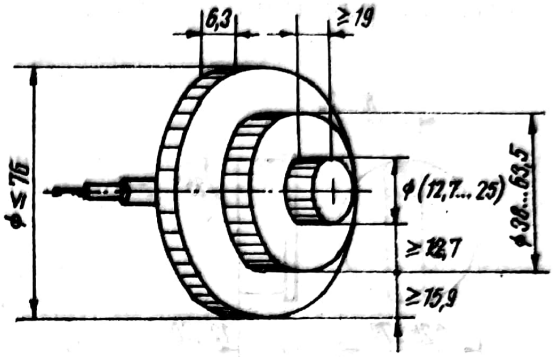


Fig. 5.37

planul frontal al operatorului, este mai mic la poziția verticală a acestei axe, paralelă cu planul frontal, ce trece prin fruntea operatorului, și este minim cînd axa butonului este perpendiculară pe planul frontal al operatorului).

Dimensiunea butonului nu întotdeauna este esențială și nu are nici o influență asupra efectelor operației de comandă.

Întrerupătoarele rotitoare (selectoare) cu săgeată au următoarele caracteristici: se pot efectua reglaje în trepte de la 3 pînă la 24 de poziții; poziția este ușor de identificat, vizual, sonor și tactil.

În utilizare, se fac recomandările următoare:

— aceste întrerupătoare trebuie montate astfel încît săgeata să fie vizibilă de la postul operatorului, în orice poziție, și să se localizeze precis poziția acesteia;

— montarea pozițiilor de pe scală nu trebuie să se găsească față în față. De multe ori, ambele capete ale săgeții sînt asemănătoare, ceea ce provoacă citirea și determinarea greșită a poziției întrerupătorului;

— indicatorul de poziție trebuie să fie clar, accentuat;

— unghiul maxim de rotire să nu fie mai mare de 150°, fără a se schimba poziția mîinii;

— poziționarea sa trebuie făcută cu un arc, astfel încît găsirea pozițiilor să se poată face și numai prin numărarea „clic"-urilor („orbește"), de la poziția zero, prin pipăire și auz;

— să se utilizeze rezistență elastică (care crește și apoi deodată descrește), înainte ca întrerupătorul să ajungă în poziția potrivită;

— întrerupătorul nu trebuie să se oprească între semnele notate pe scală;

— la numărul maxim de poziții (de 24), distanța minimă între două diviziuni va fi de 6 mm;

— să se reducă la minimum rezistențele care apar din frecare și inerție.

— forța de pornire: minimum — 0,25 daN; maximum — 1,30 daN.

Dimensiunile recomandate sînt trecute în fig. 5.38. Fig. 5.39 ilustrează două modalități de plasare a pozițiilor. Dintre acestea, se recomandă prima modalitate, prin care aceste indicații sînt plasate într-un unghi mai mic, spre dreapta punctului de zero.

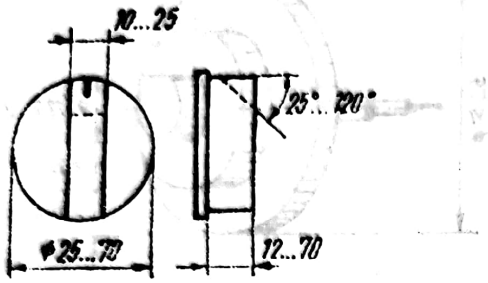


Fig. 5.38

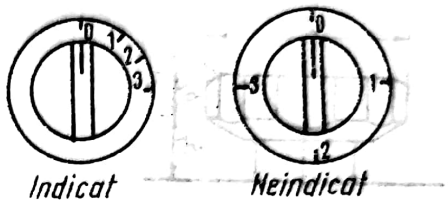


Fig. 3.39

La montarea mai multor butoane rotative sau întrerupătoare rotitoare cu săgeată, acestea vor fi poziționate cu punctul zero în sus și acționate spre dreapta în sens crescător.

Între două întrerupătoare rotitoare, distanța va fi cuprinsă între 25 și 50 mm [9].

Față de alte tipuri de butoane rotitoare, la aceleași dimensiuni și sarcină rezistentă, forma acestor întrerupătoare permite realizarea de cupluri mai mari.

5.5.3. **Întrerupătoarele basculante.** Se utilizează pentru două pînă la patru comenzi. Ocupă puțin loc, poziția lor putînd fi ușor reperată vizual și tactil.

Recomandările făcute anterior sînt în general valabile și în acest caz.

Unghiul optim dintre două poziții succesive ale brațului butonului este de 40°, iar distanța dintre două întrerupătoare alăturate trebuie să fie cuprinsă între 13 și 25 mm.

5.6. Elemente de comandă acționate „la picior" (pedale)

O serie de recomandări privind amplasarea și eforturile de acționare ale pedalelor sînt făcute în cap. 6.

Față de elementele de comandă manuală, probleme deosebite privind forma pedalelor nu se pun datorită specificului lor.

Dacă, de pildă, la elementele comandate manual se pune problema cuplării directe a mîinii cu acestea, la cele comandate „la picior", întrucît

comanda se face întotdeauna „încălțat", problema formei în sine este mai puțin importantă, prioritare fiind în acest caz construcția, amplasarea și forța cu care trebuie acționate. Astfel, o cerință foarte importantă este ca pedala să nu angajeze glezna la o mișcare mai mare de 25°, din care 15° flexie și 10° extensie, față de perpendiculara gambei pe laba piciorului (vezi fig. 6.19) [4]. Forma ei nefiind importantă, poate fi pătrată, dreptunghiulară, rotundă sau ovală. Este necesar să fie netedă, dar nu lucioasă, și să asigure o suprafață suficientă de contact cu încălțămintea.

În majoritatea cazurilor, lățimea pedalei este egală cu lățimea talpei încălțămintei (minim 90 mm).

Dacă piciorul trebuie să stea tot timpul pe pedală, trebuie să se utilizeze un arc cu o forță rezistentă egală cu greutatea piciorului (cca 8 daN).

De obicei, la mașinile-unelte, pedalele se acționează în poziția ortostatică (în picioare) (vezi fig. 6.20).

O utilizare frecventă a lor este, spre exemplu, la mașinile de rectificat rotund exterior (Fortuna, RU-RE 350 etc.), la care prin pedală se comandă apropierea-retragerea rapidă a saniei capului de rectificare.

Din necesitatea de a putea fi comandate cu oricare picior, ținînd seama și de cursa mesei, această pedală este relativ lungă, forța necesară fiind numai de învingere a arcului de revenire, ea acționînd un distribuitor hidraulic din circuitul de comandă hidraulică a mașinii.

Acoperirea suprafețelor pedalelor este absolut necesară și se va face cu un material care să împiedice alunecarea tălpii.

5.7. Tamburi gradați, scale și aparate indicatoare

Reprezintă o categorie specială de elemente ajutătoare de comandă, care concură nemijlocit la introducerea informațiilor și urmărirea parametrilor tehnologici (valori ale avansului, turației, număr de curse duble, valori de curenți, tensiuni, presiuni, amplitudini ale dezechilibrului arborelui principal, ale turațiilor în general, cota instantanee, în cazul unui sistem de afișaj de cote etc.).

Informația introdusă sau urmărită prin intermediul acestor elemente, fiind întotdeauna vizuală, trebuie să se supună următoarele reguli generale:

— limitarea la o singură funcțiune sau parametru;

— să țină seama de gradul de precizie pe care executantul poate să îl asigure în condiții de muncă obișnuite;

— prezentarea directă a informației dorite, fără a fi necesară o transformare mentală în alte tipuri de unități de măsură.

În cazul tamburilor utilizați, spre exemplu, la selectarea turațiilor (vezi fig. 5.28), acestea au dispuse pe partea cilindrică, direct, valorile turațiilor în cifre.

Pentru introducerea valorilor de avans, adîncime de așchiere etc., se utilizează pe scară largă tamburi prevăzuți cu diviziuni (vezi fig. 5.22).

Diviziunile reprezintă elemente comune pentru toată această grupă de elemente de comandă.

Scanned with OKEN Scanner

5.7.1. **Marcarea diviziunilor (gradațiilor).** Poate fi făcută cu marcaje: majore, intermediare și mici.

Modul de marcare poate fi: din 1 în 1, din 2 în 2, din 5 în 5, din 10 în 10, sau multiplii de zece.

Dimensiunile marcajelor (gradațiilor) sînt cotate în fig. 5.40 și date în tabelul 5.6.

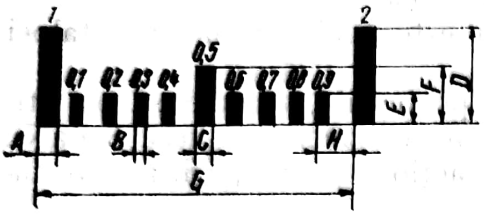


Fig. 5.40

În [4], [18], [33], [51] se indică diferite relații care trebuie să existe între dimensiunile gradațiilor și distanța maximă față de ochii operatorului. Astfel, dacă această distanță este notată cu A (mm), dimensiunile *minime* ale gradațiilor vor fi următoarele [18]: înălțimea gradațiilor majore — $A/90$; înălțimea gradațiilor intermediare — $A/125$; înălțimea gradațiilor

Tabelul 5.6

Dimensiunile marcajelor pe scale (fig. 5.40)

Nr. crt.	Dimensiunea	Distanța de citire (mm)		
		710	915	1525
1	*A* — Grosimea marcajului major	0,9	1,2	1,9
2	*B* — Grosimea marcajului cel mai mic	0,6	0,8	1,4
3	*C* — Grosimea marcajului intermediar	0,8	1,0	1,6
4	*D* — Înălțimea marcajului major	5,6	7,2	12,0
5	*E* — Înălțimea marcajului cel mai mic	2,5	3,3	5,4
6	*F* — Înălțimea marcajului intermediar	4,0	5,2	8,7
7	*G* — Distanța dintre două marcaje majore	17,8	22,9	38,0
8	*H* — Distanța dintre un marcaj major și marcajul cel mai mic	1,8	2,3	3,8

mici — $A/200$; grosimea gradațiilor — $A/5\,000$; distanța dintre două gradații mici — $A/600$; distanța dintre după gradații mari $A/50$.

Pentru transpunerea acestor gradații pe tamburi, se pot utiliza diferite procedee mecanice sau electromecanice. Întrucît se cere ca aceste marcaje să dispună de o durabilitate mare în timp, procedeul de imprimare prin fotogravuri nu se prea utilizează (se pot șterge cu timpul).

Cele mai recomandate și utilizate metode sînt cele prin procedee de așchiere: frezare, zgîriere cu vîrf de cuțit sau diamant. Tamburii se așază pe o masă indexabilă care trebuie să asigure precizia cerută, scula efectuînd operația respectivă de așchiere. Pentru grosimi mici ale diviziunilor, se preferă zgîrierea cu vîrf de cuțit sau diamant.

Pentru estetizare, după executarea marcajelor, tamburii metalici se supun unor operații de acoperire electrochimică (cromare, nichelare, cadmiere etc.), rezultînd fie o suprafață lucioasă, dacă se lustruiesc cu peria, fie una curată.

Scanned with OKEN Scanner

În final, în special în cazurile cînd suprafața de fond este lucioasă, marcajele se umplu cu vopsea neagră. Aceeași culoare neagră a marcajelor se poate obține și prin brunare după metalizare, dacă marcajele au fost protejate anterior, la operația de acoperire electrochimică.

Constructiv, tamburii gradați pot fi: ficși față de elementul de comandă manuală respectiv (roată de mînă, buton etc.) sau reglabili față de acesta. În această situație, reperul de referință este fixat pe mașină.

Există și situații, (se întîlnesc mai mult la unele aparate indicatoare) în care reperul de referință este mobil și tamburul (scala) este fix.

5.7.2. **Marcarea cifrelor și literelor.** Dacă se păstrează semnificația notației precedente (A), a distanței maxime pînă la ochii operatorului, atunci înălțimea literei mari sau a cifrei (H) este dată de [18]:

$$H = \frac{A\ (\text{mm})}{200}\ (\text{mm}).$$

Se face mențiunea că acele cuvinte la care prima literă este scrisă cu literă mare și celelalte sînt mici se citesc mai ușor decît acelea care sînt scrise cu aceeași mărime de literă.

Proporțiile dintre lățimea, grosimea, distanța între litere și cuvinte, se raportează, de obicei, la înălțimea literei mari (H) (fig. 5.41).

În unele cazuri, pe tamburi, în locul indicațiilor prin litere, se apelează la simboluri. Cercetările au arătat că, pentru informații simple, de multe ori figurile sau simbolurile au fost înțelese mai bine și mai rapid decît cuvintele scrise. În ceea ce privește viteza de percepție, simbolurile se situează între figuri și cuvinte.

Un avantaj major în favoarea simbolurilor și al figurilor constă în aceea că nu e necesară cunoașterea limbii respective.

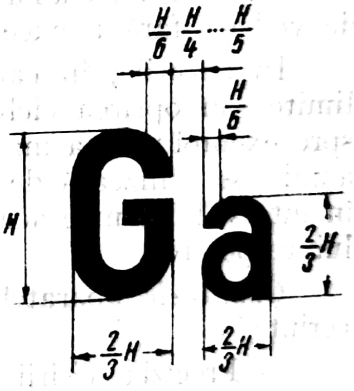


Fig. 5.41

Modul de aplicare și realizare a marcajelor pe tamburi prin cifre sau litere poate fi: prin fotogravare, electroeroziune (cu fir electric) sau prin frezare la pantograf. În practică, datorită fiabilității ridicate necesare taburilor gradați, se aplică ultimul procedeu.

După realizarea frezării, se va proceda, ca și în cazul tamburilor, la obținerea aspectului și culorii de fond al cifrelor sau literelor.

5.7.3. **Aparatele indicatoare.** Considerațiile privind cerințele ergonomice ale amplasării aparatelor indicatoare pe mașină sau pe pupitrele de comandă în raport cu zona optimă de vizibilitate a operatorului s-au prezentat în cap. 4.

În ceea ce privește forma aparatelor indicatoare rolul constructorului de mașini-unelte sau al utilizatorului este redus numai la posibilitatea de

Scanned with OKEN Scanner

a alege, dintre sortimentele oferite de producătorii de astfel de aparate, pe acela care corespunde în primul rînd necesităţilor funcţionale şi, numai în cazul cînd există mai multe construcţii cu acelaşi rol funcţional, să poată alege pe acela care îndeplineşte unele cerinţe ergonomice preferenţiale.

În cazuri cu totul deosebite, proiectantul maşinii poate impune furnizorului de astfel de aparate, construcţii speciale, cadrane etc., justificabile economic printr-o serie de fabricaţie corespunzătoare.

Aparatele indicatoare, din punctul de vedere al transmiterii informaţiilor vizuale, sînt formate din: cadrane şi ace indicatoare.

Din punctul de vedere, al construcţiei, aparatele de măsură uzuale pot fi: cu fereastră de lectură directă a valorii numerice; cu scală fixă şi indicator mobil; cu scală mobilă şi indicator fix.

Pentru indicarea unei valori numerice, p r i m u l t i p este cel mai avantajos. În acest caz, numărul ce urmează a fi citit va apare în deschizătura corespunzătoare ferestrei.

În cazul observării pe o durată de 0,12 secunde, statistica indică un procent de eroare de citire de 0,5% pentru acest tip de indicator. Din punctul de vedere al observării mişcărilor indicatoare, respectiv al sensului de variaţie a unei mărimi (creşterea presiunii, a temperaturii, a cotei etc.) acest indicator este însă deficitar. În cazul în care este necesară o reglare a unor mărimi, acelaşi sistem se consideră acceptabil.

I n d i c a t o a r e l e c u s c a l ă f i x ă ş i i n d i c a t o r m o b i l sînt acceptabile din punctul de vedere al citirii valorilor şi foarte bune din punct de vedere al observării şi reglării parametrilor.

C e l e c u s c a l ă m o b i l ă sînt acceptabile din toate cele trei puncte de vedere, fără a excela însă în nici unul.

În cazurile, în care este necesară menţinerea unei mărimi între două limite sau oprirea ciclului de lucru între două valori, care pot reprezenta, spre exemplu, cota maximă şi minimă care delimitează cîmpul de toleranţă admis, se utilizează de obicei indicatorii mobili, coloraţi (de obicei în roşu), în intervalul dintre aceştia, putîndu-se urmări mai clar evoluţia parametrului respectiv.

Cadranele aparatelor indicatoare trebuie să îndeplinească următoarele cerinţe:

— Precizia citirii să fie corelată cu exigenţele reale. Dacă precizia scalei este mai mare decît este necesar, citirea e îngreuiată.

— Se vor evita informaţiile inutile.

— Citirea să se facă direct. Se va evita utilizarea de factori de amplificare, iar dacă nu este posibil, aceştia vor fi multipli de 10.

— Cifrele vor fi marcate numai pe indicaţiile mari ale cadranului.

— Subdiviziunile trebuie să corespundă valorilor 1, 2 sau 5 (sau multiplii de 10).

— Pe o scală fixă, cifrele se vor scrie vertical; pe cea mobilă se vor plasa pe direcţia acului arătător.

— Dimensiunile gradaţiilor se vor alinia recomandărilor făcute anterior la paragraful 5.7.1.

Scanned with OKEN Scanner

— Vîrful acului indicator nu trebuie să acopere nici cifrele, nici gradaţiile scalei. Grosimea acului se recomandă a fi aceeaşi cu a gradaţiilor. Vîrful acului trebuie să fie cît mai aproape de semnele de pe cadran, fiind totuşi separat de acestea.

— Acul indicator să fie pe cît posibil în acelaşi plan cu scala, altfel apărînd pericolul citirii greşite datorată erorilor de paralaxă.

— Recomandările din paragraful 5.7.2. cu privire la mărimea cifrelor sau literelor sînt valabile şi pentru scalele cadranelor.

În cazul dispozitivelor electronice de afişaj, utilizate frecvent la maşinile cu comandă numerică sau cu afişaj de cote, nu se pot respecta întocmai aceste recomandări, căci forma cifrelor este condiţionată de sistemul constructiv, care depinde de posibilităţile tehnice existente.

Problema se pune, în cazul acesta, în amplasarea acestor dispozitive faţă de ochii operatorului (considerat la locul de muncă), ţinînd seama de raportul dintre mărimea cifrelor şi distanţa dintre operator şi scala aparatului (vezi paragraful 5.7.2).

5.7.4. **Iluminarea locală a scalelor.** Se utilizează la maşinile de mare precizie, la dispozitivele optice de citire a cotei etc.

Dintre sistemele de iluminare locală mai des utilizate, se menţionează: iluminarea directă şi iluminarea prin transparenţă.

Iluminarea directă se poate obţine prin plasarea deasupra butoanelor sau a tamburilor gradaţi, a unui bec care să furnizeze o lumină albă sau colorată (roşie), dirijată spre marcajele sau cifrele respective.

Un alt sistem, mai eficace, utilizează astfel de becuri prinse în consolă, într-un plan diferit faţă de planul de amplasare al gradaţiilor şi marcajelor.

Un dezavantaj al acestui sistem de iluminat îl constituie faptul că *pot apărea umbre*. Dezavantajul se poate diminua sau elimina printr-o orientare corespunzătoare a surselor, difuzarea luminii prin diferite materiale filtrante, translucide, mate etc.

Iluminatul prin transparenţă este un tip de iluminare indirectă, folosind tehnica de iluminare prin grosimea sau prin spatele unor materiale transparente sau fluorescente [51].

Ca material transparent se utilizează, de obicei, plexiglasul, care are excelente calităţi de transmisie a luminii, putîndu-se inscripţiona diverse gradaţii, cifre sau litere prin frezare sau zgîriere. Pentru un contrast bun, pe spate se poate aplica o placă neagră.

Dacă marginile materialului se vopsesc, se obţine orice culoare dorită a luminii (fig. 5.42).

În figura 5.42 sînt prezentate spre exemplificare două procedee de ilu-

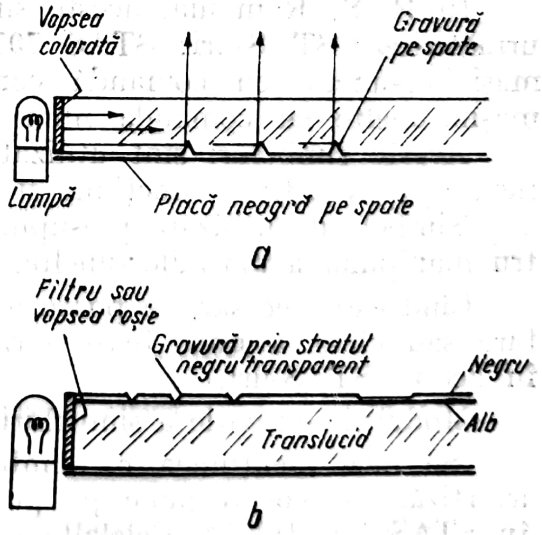


Fig. 5.42

Scanned with OKEN Scanner

minare a cadranului prin transparență. În fig. 5.42, *a* se prezintă un procedeu de iluminare cu gravură pe spate și fond negru, iar în fig. 5.42, *b* — un alt procedeu care utilizează pe partea superioară o gravură pe strat negru, fondul alb, materializat printr-o placă sau vopsea albă.

În cazuri mai deosebite, cînd gabaritul nu permite, se pot utiliza profile din materiale plastice transparente (secțiune plină).

O sursă mică de lumină (bec) iluminează o extremitate a barei de material, lumina este difuzată prin materialul îndoit la unghiul convenit, iar capătul opus (care este preferabil să fie mat) se află în apropierea reperului (marcajului) care trebuie iluminat.

Alte procedee utilizează iluminarea prin spate, direct, la care se atașează și un reflector (oglindă concavă) pentru mărirea densității luminii.

5.8. Simboluri utilizate pentru plăcile indicatoare

Pentru indicarea diferitelor funcțiuni atașate fiecărui element de comandă, se utilizează diverse simboluri, care trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— Să fie sugestive, identificînd rapid fără echivoc funcțiunea.
— Vizibilitate de la distanța normală la care este operatorul.
— Să se încadreze în cerințele estetice ale mașinii.
— Să nu necesite multe culori.
— Simplitate.
— Să se evite pe cît posibil cuvintele, putînd fi utilizate în țară și străinătate.

Multe firme utilizează simboluri proprii, încercînd să fie cît mai sugestive, ca de pildă: un iepure alergînd — pentru viteza de avans rapid, un melc — pentru avans lent etc.

În R. S. România, aceste simboluri sînt în prezent reglementate de următoarele STAS-uri: STAS 7071/1—75 — pentru plăcile indicatoare ale mașinilor-unelte cu comandă convențională; STAS 7071/2—75 — pentru mașini-unelte cu comandă numerică.

Aceste simboluri sînt utilizate pentru a indica: mișcări și viteze, elemente constructive, funcțiuni și avertizări.

Simbolurile utilizate presupun însă cunoștințele de bază necesare pentru manipularea mașinilor-unelte.

Cînd este necesar, se poate admite utilizarea unor simboluri suplimentare sau chiar a unor texte scrise, în completarea simbolurilor prevăzute în aceste STAS-uri.

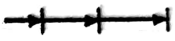
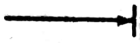
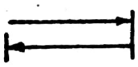
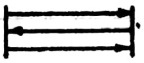
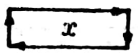
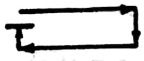
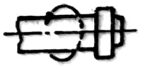
Modul de execuție a simbolurilor este prevăzut în STAS 1670—80.

Se face mențiunea că simbolurile pentru elementele constructive și avertizări se vor dispune pe plăcile indicatoare numai în poziția indicată în STAS 7071/1—75. Celelalte simboluri (pentru mișcări și viteze) se pot dispune pe plăci în orice poziție, funcție de necesitățile de reprezentare.

Scanned with OKEN Scanner

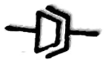
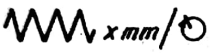
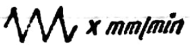
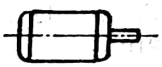
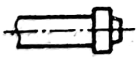
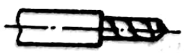
Tabelul 5.7

Simboluri utilizate la plăcile indicatoare (STAS 7071/1 —2—79)

Denumire	Simbol	Denumire	Simbol
Mișcare rectilinie continuă într-un sens		Mișcare circulară limitată, indexare și revenire în poziția inițială. Un ciclu	
Mișcare rectilinie în două sensuri		Mișcare circulară oscilatorie	
Mișcare rectilinie intermitentă		Sensul divizării rectilinii continue	
Mișcare rectilinie limitată		Sensul divizării circulare continue	
Mișcare rectilinie limitată și revenire în poziția inițială. Un ciclu		O rotație	
Mișcarea rectilinie oscilatorie		Rotații	
Ciclu automat. x — Nr. de cicluri		O rotație pe minut	
Mișcare rectilinie și revenire în poziția inițială. Un ciclu		Numărul de rotații pe minut	
Mișcare circulară continuă într-un sens		Sensul de rotație al arborelui	
Mișcare circulară în două sensuri		Avans	
Mișcare circulară intermitentă		Deplasare rapidă	
Mișcare circulară limitată, indexare		Avans longitudinal	

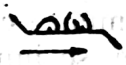
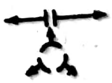
Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.7 (continuare)

Denumire	Simbol	Denumire	Simbol
Avans transversal		Masă de lucru dreptunghiulară sau element de translație	
Avans vertical		Masă de lucru rotundă sau element de rotație	
Avans (normal)		Dispozitiv de siguranță la suprasarcină mecanică	
Avans fin		Piesă	
Avans rapid		Cuplaj	
Avans pe rotație		Frînă	
Avans pe minut		Gură de aspirație a ventilatorului	
Avans pe cursă		Lichid de răcire (jet)	
Motor electric		Motor hidraulic	
Arbore principal		Pompă	
Arbore pentru burghiere		Pompa sistemului de răcire	
Arbore pentru rectificare			
Arbore pentru strunjire			

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.7 (continuare)

Denumire	Simbol	Denumire	Simbol
Pompa sistemului de ungere		Pornire și oprire cu același buton	
Pompa sistemului hidraulic		Acționarea are loc numai cu butonul apăsat	
Iluminatul mașinii		Reglare continuă (fără trepte)	
Întreruptor electric principal		Reglare	
Transportor de așchii		Comandă manuală	
Pornire		Cuplare (ambreiere)	
Oprire		Decuplare (debreiere)	
		Strîngere sau blocare	
		Slăbire sau deblocare	

În tabelul 5.7 sînt redate cîteva din cele mai uzuale simboluri utilizate la mașinile-unelte.

Realizarea concretă a plăcilor cu aceste simboluri se face de regulă prin fotogravuri pe folie de aluminiu sau prin gravare la pantograf pe tablă de oțel cromată, după care simbolurile se umplu cu vopsea.

În cazul obținerii prin fotogravare, sînt necesare: realizarea la scara 1:1 a desenului real al plăcii, pe hîrtie ciocan (albă) în tuș negru, fotografierea și apoi procedeele de aplicare pe folie de aluminiu.

Scanned with OKEN Scanner

6

EFORTURI
De acţionare a elementelor de comandă manuală

6.1. Importanţa eforturilor de acţionare a elementelor de comandă manuală în cadrul activităţii productive

În timpul procesului de producţie, operatorul este supus la solicitări fizice (statice şi dinamice), precum şi la solicitări mentale, care, în cazul organizării ergonomice a locului de muncă, trebuie să constituie una din primele direcţii de acţionare în vederea raţionalizării lor [43].

În desfăşurarea activităţii la locul de muncă, solicitarea fizică a executantului este rezultatul atît a eforturilor statice generate de poziţia corpului (lucrul cu corpul aplecat, torsionat, cu braţele ridicate etc., condiţii menţinute frecvent timp prelungit); a solicitărilor datorate eforturilor dinamice generate de participarea sistemului muscular la realizarea sarcinii de muncă, cît şi a solicitărilor datorate eforturilor de manipulare şi a poziţiei corpului în timpul manipulării diferitelor greutăţi.

Nivelul de încărcare fizică a locului de muncă constituie de regulă media încărcărilor parţiale. Prima condiţie care se impune să fie îndeplinită se referă la eliminarea sau reducerea la maximum a solicitărilor statice menţinute timp prelungit, ele generînd instaurarea rapidă a oboselii şi reducerea capacităţii de muncă. Maşina-unealtă trebuie proiectată astfel încît să se ţină seama de cerinţele economiei de mişcări, de dimensiunile antropometrice şi de condiţiile de ambianţă.

Problema care se pune sub aspect ergonomic la nivelul locului de muncă, în condiţiile mecanizării şi automatizării, a introducerii pe scară largă a progresului tehnic, este de a optimiza solicitările (încărcările) fizice şi nervoase ale executanţilor, în timpul ciclului: primirea informaţiilor — luarea deciziilor — transmiterea deciziilor.

Supraîncărcarea sistemului nervos generează tulburări ale acestuia, care, în final, pot conduce la surmenajul executanţilor şi la reducerea capacităţii de muncă.

Încărcarea nervoasă este de regulă determinată de operaţiile mentale şi de nivelul de atenţie cerut de specificul muncii, caracterizat prin durata de atenţie şi gradul de precizie.

Dacă solicitările fizice şi nervoase depăşesc în timp cerinţele fiziologice pentru condiţiile normale de muncă, sînt necesare consumuri suplimentare

Scanned with OKEN Scanner

de energie umană și se instaurează rapid oboseala fizică sau nervoasă cu implicații directe nefavorabile asupra productivității muncii și stării de sănătate a executanților.

Economisirea energiei umane la locul de muncă constituie o cerință principală pentru creșterea productivității și un obiectiv principal al ergonomiei.

Una din cerințele pe care le reclamă ergonomia este ca energia umană să fie cheltuită în mod rațional și eficient.

În acest context, sarcina proiectanților este de a concepe și realiza astfel de mașini-unelte, încît operatorul să-și realizeze activitatea cu consum redus de energie umană și cu productivitate cît mai mare.

6.2. Criterii de determinare a eforturilor admisibile

6.2.1. **Influența antropometriei și poziției operatorului.** Experimentările făcute în domeniul înregistrării caracteristicilor privind efortul omului la locul de muncă s-au axat în special pe măsurarea eforturilor necesare pentru acționarea comenzilor la deservirea mașinilor-unelte [28]. Scopul măsurătorilor a fost acela de a verifica influența poziției în înălțime a dispozitivelor de comandă manuală asupra efortului fizic.

Ca model de lucru s-a ales situația strungarului care lucrează prin intermediul dispozitivelor de comandă cu pîrghii.

În conformitate cu această situație, s-au adoptat condițiile de acționare a forțelor și anume: poziția centrului de acționare a forței și poziția de lucru a corpului.

Înălțimea centrelor de acționare a forței s-a stabilit în corespondență cu pozițiile reale ale dispozitivelor de comandă la strunguri. Aceste poziții au fost stabilite anterior (vezi cap. 4).

S-au adoptat înălțimile extreme ale domeniului de amplasare pe înălțime a elementelor de comandă manuală: 450—1 350 mm și domeniul de amplasare preferențial: 800—1 100 mm.

Pozițiile laterale ale centrelor de acționare a forței au fost stabilite astfel încît să acopere domeniul deplasărilor mîinilor fără o înclinare prea mare a corpului, adică acelea care se află în planul de simetrie al corpului și de la 300 la 600 mm în dreapta, respectiv în stînga (pentru mîna dreaptă și pentru cea stîngă).

Poziția centrului de acționare a forței în direcția înainte corespunde situației reale a amplasării dispozitivelor de comandă, cînd corpul strungarului se află în poziția obișnuită de lucru. Astfel s-a găsit centrul de acționare în planul frontal în fața vîrfurilor tălpilor picioarelor.

S-a luat în considerare că operatorul care manipulează elementele de comandă manuală, amplasate în jurul său la diferite înălțimi și la diferite distanțe, este legat în majoritatea timpului de un loc de muncă permanent.

Acest loc este stabil, deoarece operatorul trebuie să controleze cu privirea locul de prelucrare. Condiția aceasta limitează substanțial mișcarea

Scanned with OKEN Scanner

capului şi, de regulă, nu permite ocuparea unei poziţii optime pentru operaţia de comandă cerută.

Se permite, cu toate acestea, o abatere mică a corpului de la poziţia verticală, abatere cu care se deplasează centrul de greutate al corpului în afara axei tălpilor şi se crează astfel momentul de răsturnare necesar pentru mărirea forţei de acţionare.

Într-o anumită măsură pot fi antrenate concomitent la operaţia de comandă, în afara mişcărilor braţului, şi alte zone musculare.

Măsurarea forţelor de acţionare s-a făcut în 12 poziţii (înălţime; 450, 480, 1 100 şi 1 350 mm, distanţele laterale faţă de planul de simetrie a corpului: 0, 300 şi 600 mm) pentru mîna dreaptă şi mîna stîngă, în mişcarea de tragere şi apăsare.

Scopul acestor cercetări a fost de a se constata influenţa poziţiei asupra nivelului forţelor necesare pentru acţionare şi de a compara rezultatele obţinute pentru bărbaţi şi pentru femei, de a compara acţiunea de tragere cu cea de apăsare pentru poziţiile individuale laterale şi în înălţime şi tendinţele ce apar la persoanele individuale. În al doilea rînd, s-au analizat valorile absolute ale forţelor maxime cu scopul de a se stabili, orientativ, forţele de acţionare recomandabile.

Cercetările experimentale au demonstrat marea variabilitate interindividuală a capacităţii forţelor de acţionare a membrelor superioare şi variabilitatea influenţei condiţiilor acţiunii forţei de muncă asupra valorii forţelor dezvoltate.

În cazul practic de acţionare, cînd au putut fi utilizaţi şi muşchii altor părţi ale corpului, nivelul forţelor dezvoltate depinde foarte mult de poziţia de lucru a corpului. În cîteva poziţii, contrar unor date apărute în literatură, în care se arată, de obicei, că mîna preferată (de regulă cea dreaptă) este aproximativ cu 10% mai puternică, mîna stîngă a atins forţe mai mari decît cea dreaptă.

În alte poziţii, aceste forţe realizate cu mîna stîngă au atins valori cu 50% şi chiar cu mult mai mici. Forţele dezvoltate de mîna stîngă au fost mai mari în poziţiile de jos, din apropierea solului, unde este necesară o mare aplecare înainte a corpului (în limitele lăţimii umerilor). În toate celelalte poziţii s-au înregistrat valori mai mari pentru mîna dreaptă.

În general, s-a constatat că mîinile prezintă posibilităţi diferite în funcţie de poziţia de acţionare. Acest lucru se datoreşte fără îndoială antrenamentului diferit al celor două mîini, ceea ce are ca urmare un grad diferit de legătură a mîinilor cu celelalte zone musculare ale corpului şi un grad diferit al utilizării greutăţii corpului în cazul abaterii centrului său de greutate de la poziţia stabilă.

Tendinţele influenţei poziţiei asupra forţei dezvoltate au fost practic identice.

Femeile au atins forţe cu aproximativ 40% mai reduse decît bărbaţii, pentru condiţii similare de acţionare. Forţele de tragere şi de apăsare au fost de valori aproximativ egale la înălţimi deasupra nivelului coatelor în poziţia normală, iar în poziţii mai joase, forţele de tragere au fost mai mari.

Dacă excludem înălţimile de amplasare a elementelor de comandă manuală situate sub 800 mm deasupra planşeului, care sînt neavantajoase din

Scanned with OKEN Scanner

punct de vedere al optimizării poziției de lucru a corpului, forțele de comandă în sens lateral se micșorează cu creșterea înălțimii.

Pentru comenzile care solicită eforturi sporite, sînt mai avantajoase pozițiile mai joase, cînd iau parte la eforturi și alte zone musculare.

În această situație, efectul forțelor laterale asupra anulării stabilității corpului este mai redus și posibilitatea utilizării greutății proprii a corpului este mai mare.

La înălțimi de acționare mai mici de 800 mm deasupra planșeului, s-au atins adeseori forțele cele mai mari, însă cu prețul unor eforturi mărite, atît pentru simpla menținere a poziției de lucru, cît și pentru operația de acționare independentă de forță.

Acționarea în această zonă este însoțită de o precizie și de o siguranță micșorată a mișcărilor. Influența poziției în înălțime s-a pus în evidență în poziția laterală mai mult decît în pozițiile deviate „la 300 mm" și „600 mm". În poziția „0" se ajunge însă la un alt raport calitativ al mișcărilor de flexiuni și extensie ale membrelor.

La aprecierea influenței pe care o are distanța laterală, trebuie să se ia în considerație în special două zone. În zona din fața corpului (între umeri), mîna stîngă s-a arătat mai puternică în pozițiile mai apropiate de planul de simetrie al corpului, iar mîna dreaptă — dimpotrivă în pozițiile mai îndepărtate. În zona distanțelor laterale mai mari, cu mîna dreaptă și cu mîna stîngă au fost atinse forțe mai mari în pozițiile mai distanțate.

Pe baza măsurătorilor efectuate, se pot stabili recomandări valorice concrete ale forțelor maxime de comandă.

Forța maximă admisibilă pentru dispozitivele de comandă manuală amplasate direct în fața corpului operatorului, la înălțimea de 800—1 000 mm (adică sub nivelul coatelor), este de 4...5,5 daN, iar la înălțimea de 1 000—1 350 mm, de 3...4,5 daN.

Pentru pozițiile mai joase, în limitele deschiderii brațelor, se vor alege valori mai mari și invers.

Pentru acționarea elementelor de comandă manuală amplasate lateral, se pot alege forțe pe cît posibil mai mari, însă diferențiat pentru poziția în dreapta și în stînga operatorului. Pentru mîna dreaptă, la înălțimea de 1 000 mm, forțele de acționare nu ar trebui să depășească 5,5÷5 daN; peste 1 000 mm, 4÷6 daN. Pentru mîna stîngă, pînă la 1 000 mm, forțele de acționare se recomandă a fi de 3,5÷5 daN; peste 1 000 mm, 2÷4 daN. Pentru pozițiile mai distanțate și mai joase, forțele posibile sînt mai mari și invers.

Trebuie subliniat faptul că valorile menționate sînt maximum admisibile și că, pentru elementele de comandă manuală cu frecvență mare de utilizare sau cu care se execută operații precise și rapide, trebuie să se adopte forțe de acționare mai mici.

Aceste recomandări sînt aplicabile numai pentru elementele de comandă manuală cu pîrghie, a căror direcție de acționare este perpendiculară pe planul de simetrie al corpului în poziția de lucru; nu sînt însă indicate pentru pîrghiile cu alte direcții de comandă, sau pentru roți, manivele etc.

Cercetările efectuate asupra forțelor de acționare la 100 strunguri universale și revolver de 10 tipuri au arătat că la construcția lor nu s-a ținut

Scanned with OKEN Scanner

seama de capacitatea de efort a omului. S-a constatat că, la mai mult de 1/3 din elementele de comandă manuală, forța de acționare este mai mare de 7 daN, la 1/4 din acestea, forța de acționare este mai mare de 10 daN și la 1/10 este mai mare de 15 daN. Unele forțe de acționare au atins valori de pînă la 35 daN. Valori ridicate au fost măsurate în unele cazuri și la dispozitivele de comandă foarte des utilizate, cum sînt dispozitivul de comandă a cuplării, a deplasării automate, a deplasării longitudinale a capului portcuțit, a deplasării manuale a suportului.

Forțele de comandă prea mari micșorează randamentul, eficiența și productivitatea muncii și pot duce și la o serie de indispoziții privitoare la sănătatea operatorului, iar, în cele din urmă, la modificări patologice în anatomia sistemului osos și muscular.

6.2.2. **Analiza variației forțelor de acționare.** Posibilitățile fizice ale organismului omenesc prezintă variații importante de la individ la individ, cît și în funcție de poziția de acționare a corpului și deci de poziția forței.

Omul dezvoltă o forță maximă de tracțiune în poziție ortostatică cu brațul în jos, cînd forța crește în proporție de 120% în raport cu greutatea operatorului (fig. 6.1).

Cu brațul ridicat, omul poate acționa prin tragere cu o forță maximă egală cu propria greutate.

Forța maximă de acționare prin împingere se obține în poziția ortostatică cu brațul ridicat, cînd forța crește la 130% din greutatea proprie a operatorului (fig. 6.2).

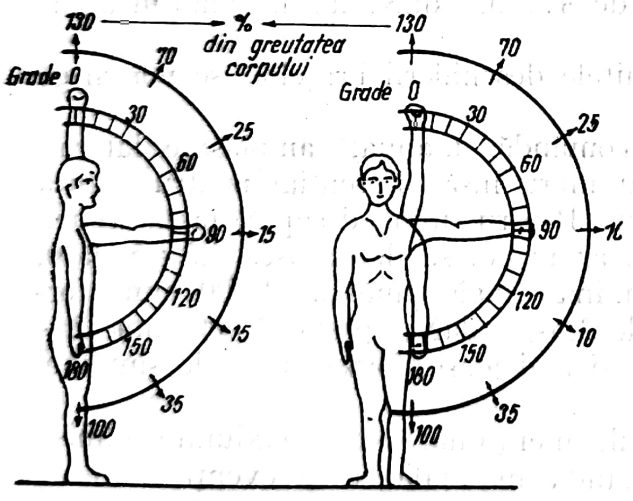


Fig. 6.1

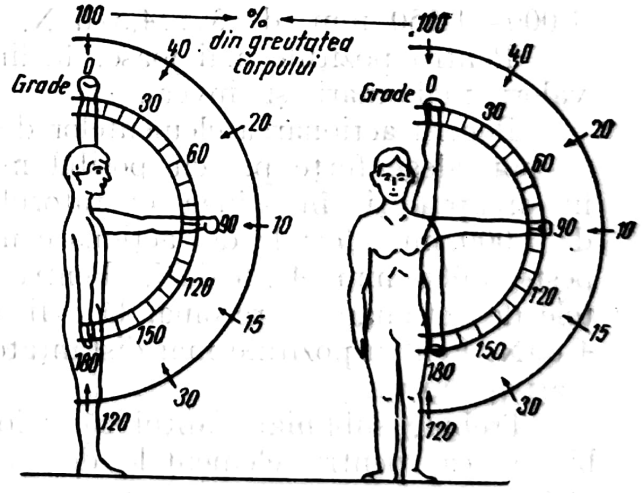


Fig. 6.2

În poziția ortostatică cu brațul coborît, omul poate exercita o forță de apăsare egală cu cel mult greutatea proprie.

În cazul acționării cu picioarele, forța de apăsare variază în funcție de poziția acestora și de durata forței și, în special, de poziția și direcția gambei.

Valoarea cea mai redusă a forței de apăsare cu piciorul se obține în poziția sedentară, cu articulația genunchiului la 90°. Odată cu trecerea gambei către poziția orizontală, dar cu spatele sprijinit, forța de apăsare a piciorului crește și atinge valoarea maximă cînd articulația genunchiului este la 170—175°. Pentru unghiuri mai mari, valoarea forței de apăsare scade (fig. 6.3).

Este important de semnalat faptul că nu trebuie luată în considerație numai forța fizică maximă a omului la un moment dat, ci capacitatea de a o menține o perioadă cît mai îndelungată de timp, respectiv în tot timpul unui schimb de lucru.

Omul poate, în general, să execute repetat, cu frecvență mare sau timp prelungit, o muncă, care să nu consume (solicite) mai mult de 10% din energia maximă pe care o pot dezvolta mușchii solicitați.

Dacă în timpul muncii omul consumă o cantitate mai mare de energie, aceasta determină o oboseală prematură și chiar epuizare, iar din punct de vedere al mașinii-unelte, o scădere a randamentului (productivității) prin întîrzierea comenzilor.

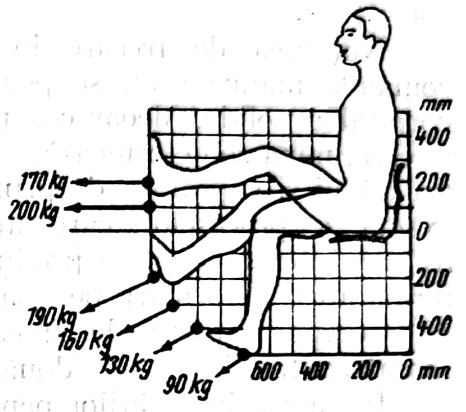


Fig. 6.3

Forța maximă de acționare, în cazul comenzilor cu frecvență mare, se poate calcula cu relația [4]:

$$F_{max} = GK\frac{10}{100} \qquad (6.1)$$

nî care: G este greutatea operatorului (daN); K — coeficientul posibilităților de acționare în poziția dată (în procente din proprie greutate).

De exemplu, un operator cu greutatea (G) de 75 daN trebuie să apese, cu frecvență mare, cu brațul întins, pe o manetă aflată la înălțimea umerilor. Din fig. 6.2 rezultă pentru această poziție coeficientul posibilităților (K) de apăsare egal cu 15% din propria greutate.

În cazul executării acestei operații în mod repetat, solicitarea nu trebuie să depășească 10% din posibilitățile operatorului.

În acest caz, forța maximă de acționare a manetei va fi:

$$F_{max} = 75 \times 0{,}15 \times \frac{10}{100} = 1{,}125 \text{ daN}.$$

Rezultă că operatorul poate să execute în condiții normale aceste comenzi repetate, doar dacă efortul de acționare nu depășește valoarea de 1,125 daN.

Scanned with OKEN Scanner

6.3. Influenţa frecării

În comparaţie cu cuplurile de frecare întîlnite la corpurile solide, în cazul cuplării între mînă şi zona de prindere — apucare a elementelor de comandă manuală, condiţiile sînt mult mai complexe, deoarece, în timp ce elementul de comandă manuală este un partener de frecare fix (rigid), mîna este un partener de frecare deformabil. Intervin, de asemenea, şi particularităţile mîinii umane ca: mărimea, gradul de umiditate (transpiraţia) ce sînt supuse unor oscilaţii interindividuale şi intraindividuale (fig. 6.4) [17].

Noţiunea de frecare în repaus dintre mîna umană şi elementele de comandă manuală nu se poate compara direct cu cuplurile de frecare ale corpurilor solide, deoarece, pînă la atingerea valorii maxime a forţei de frecare, mîna se deformează, — adică are loc o mişcare relativă între scheletul mîinii şi suprafaţa de prindere a elementului de comandă. La o analiză exactă a proceselor care apar la transmiterea forţei, rezultă că apare o frecare internă, care se produce în zonele interne ale mîinii, iar în direcţia forţei apar deformări pe toată suprafaţa de contact.

Comportamentul la frecare se prezintă pentru modurile de apucare „mînă-contact" şi „cu două degete".

În cadrul încercărilor pentru *modurile de apucare „mînă-contact"* de apucare au fost efectuate probe de materiale de-a lungul suprafeţei interioare a mîinii întinse (inclusiv degetele).

Fig. 6.5 prezintă rezultatele pentru mîner din cauciuc cu suprafaţă netezită şi profilată. Condiţiile de încercare: forţa normală, 30 N (mîna faţă de probă), viteza probei, 3,4 mm/s. Pe curbele din fig. 6.5 se constată o variaţie crescătoare liniară a coeficientului de frecare, ce atinge o valoare

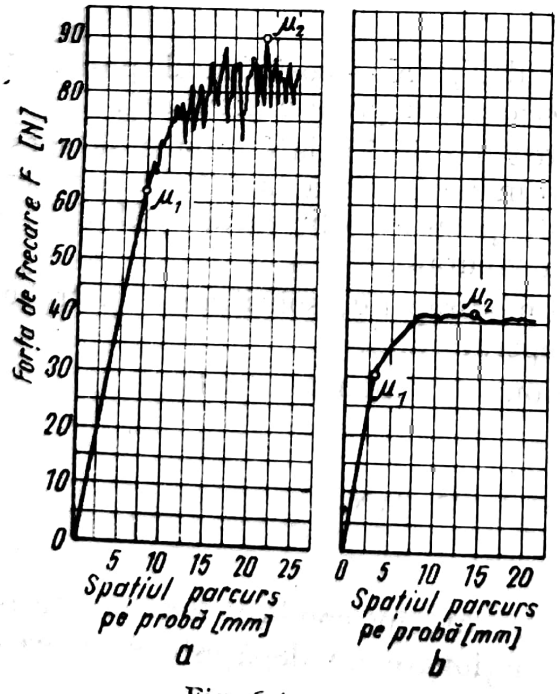


Fig. 6.4

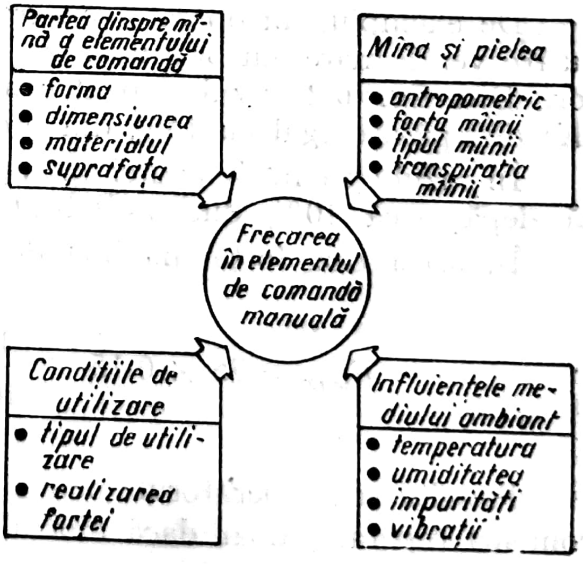


Fig. 6.5

Scanned with OKEN Scanner

limită, notată cu μ_1 și care poate fi comparat cu coeficientul de frecare în repaus. Compararea directă nu este totuși concludentă, deoarece pînă la atingerea acestei valori mîna s-a deformat.

Deformarea corespunde traseului de probă parcurs pînă la această valoare limită. La toate materialele cercetate s-a putut constata o anumită ascensiune pînă la coeficientul maxim de frecare μ_2 (comparativ cu coeficientul de frecare la alunecare). De regulă, după depășirea valorii μ_1, la probele cu suprafață netedă, a apărut fenomenul de „stick-slip", care solicită foarte mult pielea.

În fig. 6.6 se arată rezultatele încercărilor efectuate pentru determinarea coeficienților de frecare și rugozității suprafeței în funcție de materialul elementelor de comandă manuală.

Coeficienții de frecare au fost determinați procentual, avînd ca nivel de referință coeficientul maxim de frecare în repaus determinat la plexiglas.

În același fel, s-au efectuat probe pe materiale cu suprafețe profilate fin și grosier. Rezultatele (fig. 6.5, *b*) ne arată că la suprafața profilată, după depășirea valorii μ_1, apare fenomenul de „stick-slip", care nu poate fi comparat cu cel care apare la materialul neted (fig. 6.5, *a*). Centralizarea rezultatelor s-a făcut în fig. 6.7. În această figură, pentru comparație, s-au înregistrat și valorile pentru suprafețele netede. Se poate constata că la suprafețele netede s-au înregistrat valori mai mari ale frecării decît la cele profilate (forța normală 40 N, viteza probelor 40 mm/s).

Încercările efectuate pentru *modul de apucare „cu două degete"* sînt prezentate în fig. 6.8.

În fig. 6.9 se arată rezultatele încercărilor efectuate pentru un material neted și în fig. 6.10 — pentru un material cu suprafața profilată.

Trebuie să se facă o deosebire între direcțiile de mișcare, de-a lungul degetelor și transversal. La aceasta din urmă, forțele de frecare sînt mai mari decît de-a lungul degetelor, iar deformarea degetelor în această direcție de mișcare, la toate materialele, este mai mare.

În fig. 6.10 se arată, de asemenea, că și la suprafețele profilate există o creștere liniară pînă la valoarea limită μ_1, legată de o deformare puternică a degetelor, conform traseului de probă parcurs.

De remarcat faptul că acest coeficient de frecare, după depășirea valorii μ_1 — adică la începerea mișcării de alunecare între deget și probă, la majoritatea suprafețelor — se reduce la un nivel mai scăzut și preia fenomenul de „stick-slip", a cărui „lungime de undă" este dependentă de lățimea profilului.

Această desfășurare a fost stabilită de-a lungul degetelor și transversal față de degete.

Modul de variație a coeficienților de frecare la materialele uzuale pentru suprafețele netede și profilate, în cazul apucării cu două degete, sînt prezentate în fig. 6.11.

Trebuie reținut faptul că o anumită concepție întîlnită deseori în practică, că profilarea suprafeței la părțile de apucare a elementelor de comandă manuală contribuie la creșterea coeficientului de frecare, trebuie revizuită

Scanned with OKEN Scanner

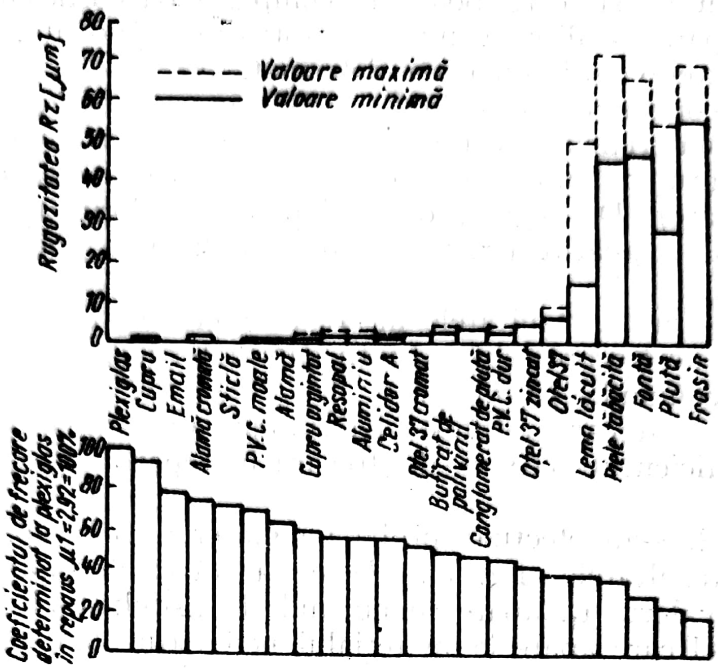

Rugozitatea Rz [μm]
Valoare maximă
Valoare minimă
Plexiglas
Cupru
Email
Alamă cromată
Sticlă
P.V.C. moale
Alamă
Cupru argintat
Resopal
Aluminiu
Celidor A
Oțel 37 cromat
Butirat de polivinil
Conglomerat de plută
P.V.C. dur
Oțel 37 zincat
Oțel 37
Lemn lăcuit
Piele tăbăcită
Fontă
Plută
Frasin
Coeficientul de frecare determinat la plexiglas în repaus μ1=2,92=100%

Fig. 6.6

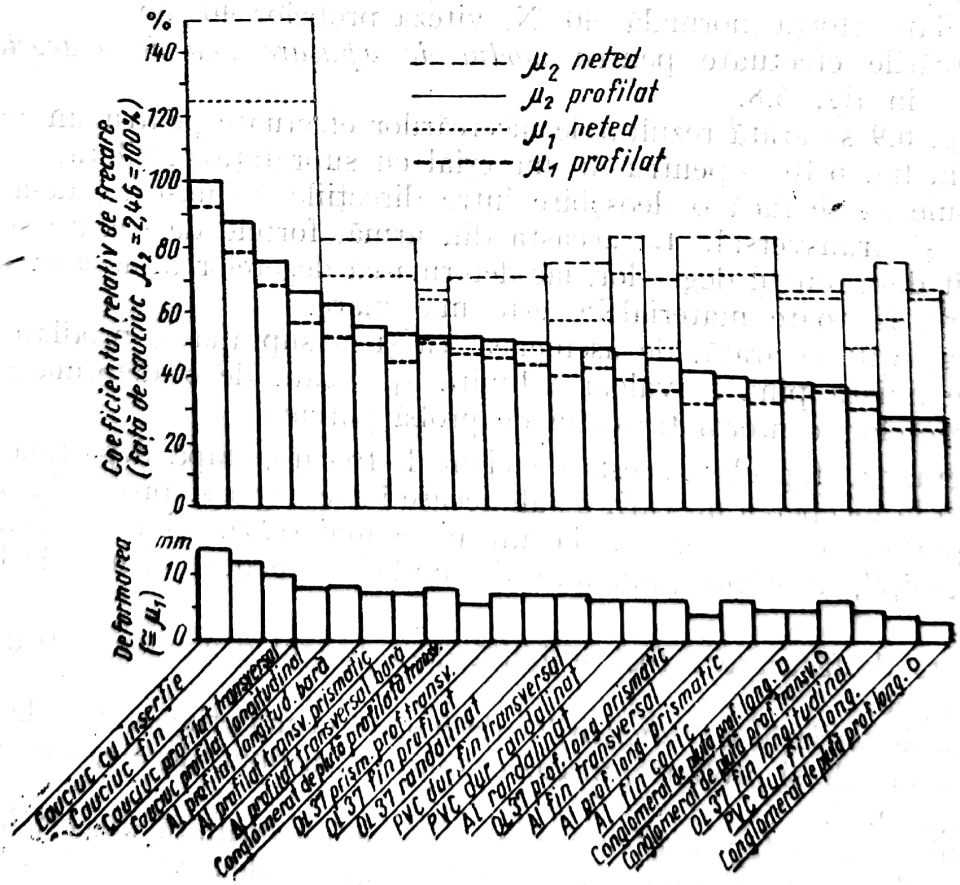

%
μ2 neted
μ2 profilat
μ1 neted
μ1 profilat
Coeficientul relativ de frecare (față de cauciuc μ2=2,46=100%)
Deformarea (≅μ1)
mm
Cauciuc cu inserție
Cauciuc fin
Cauciuc profilat transversal
Cauciuc profilat longitudinal
Al profilat longitud. bară
Al profilat transv. prismatic
Al profilat transversal bară
Conglomerat de plută profilată transv.
OL 37 prism. prof. transv.
OL 37 fin profilat
OL 37 randalinat
PVC dur. fin transversal
PVC dur randalinat
Al randalinat
OL 37 prof. long. prismatic
Al fin transversal
Al prof. long. prismatic
Al fin conic
Conglomerat de plută prof. long. □
Conglomerat de plută prof. transv. ○
OL 37 fin longitudinal
PVC dur fin long.
Conglomerat de plută prof. long. ○

Fig. 6.7

Fig. 6.8

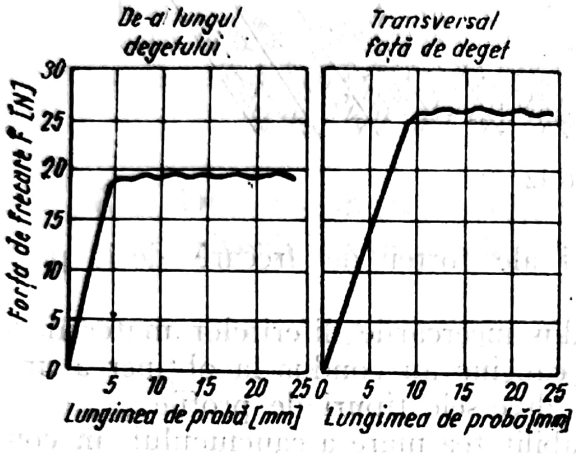


Fig. 6.9

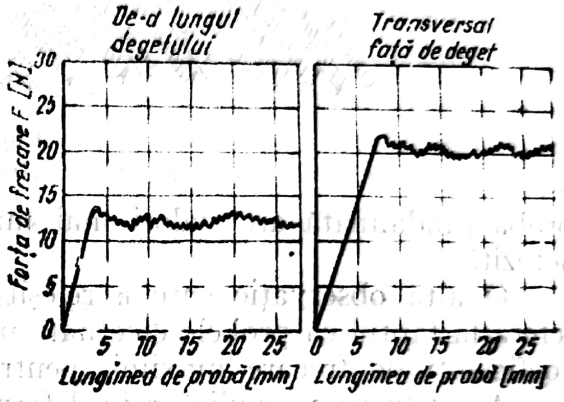


Fig. 6.10

pe baza rezultatelor încercărilor prezentate, atît pentru apucarea cu toată mîna, cît și pentru apucarea cu două degete.

Rezultatele încercărilor ne arată că, la manevrarea cu eforturi normale (presiuni de contact normale) a elementelor de comandă manuală, materialele profilate au coeficienți de frecare mai reduși, decît cele netede.

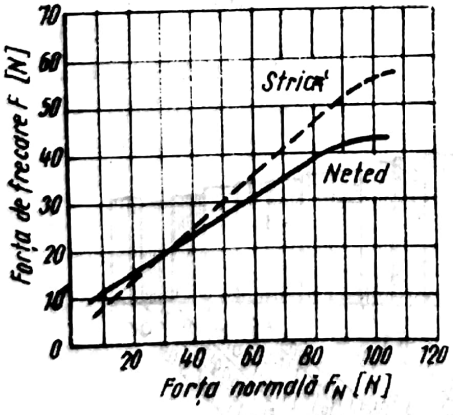


Fig. 6.11

Trebuie menționat însă că la depunerea unor eforturi mai mari pentru manevrarea elementelor de comandă manuală (presiuni de contact mai mari), din cauza deformabilității pielii, se poate ajunge la o „angrenare" puternică între elementele de profilare și piele, astfel încît coeficientul de frecare poate deveni mai mare decît la materialul neted (fig. 6.12).

În cazul folosirii unei presiuni de contact normale, dar la o durată mare de folosire a elementului de comandă manuală, se poate ajunge la suprasolicitare și la vătămarea regiunii (porțiunii) mîinii care îl acționează (participante la cuplare). Rezultatele prezentate în fig. 6.12 arată că, la o forță normală de cca 25 N, la apucatul cu două degete,

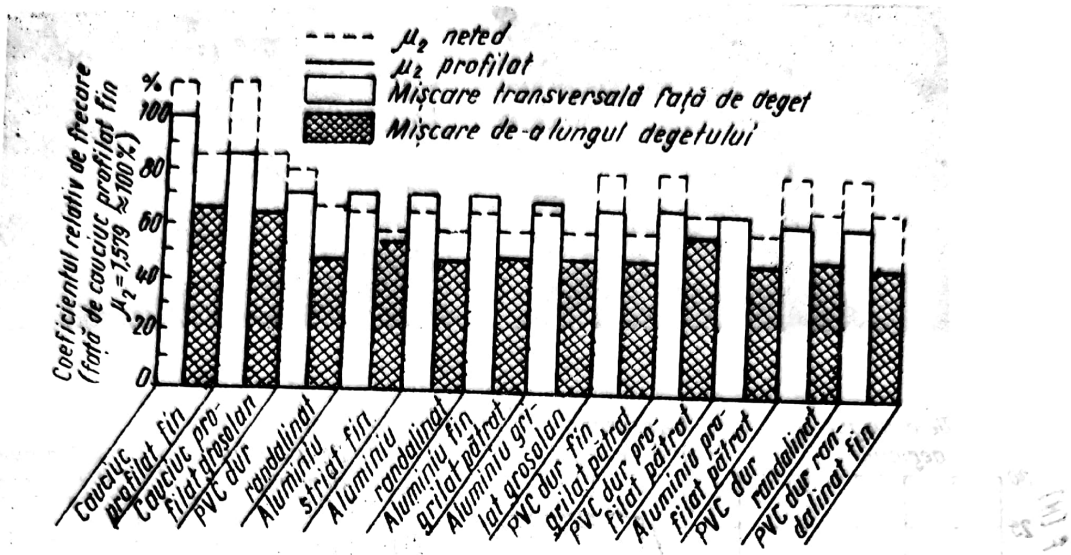


Fig. 6.12

proba randalinată are valori mai mari ale forței de frecare decît proba netezită.

O altă observație care a reieșit din încercările diferitelor materiale se referă la faptul că probele efectuate pe cauciuc au condus la obținerea unor coeficienți de frecare maximi, pentru diversele tipuri de profile.

Acest lucru se explică prin deformabilitatea mare a cauciucului, în comparație cu alte materiale, din care cauză, sub acțiunea forței de cuplare,

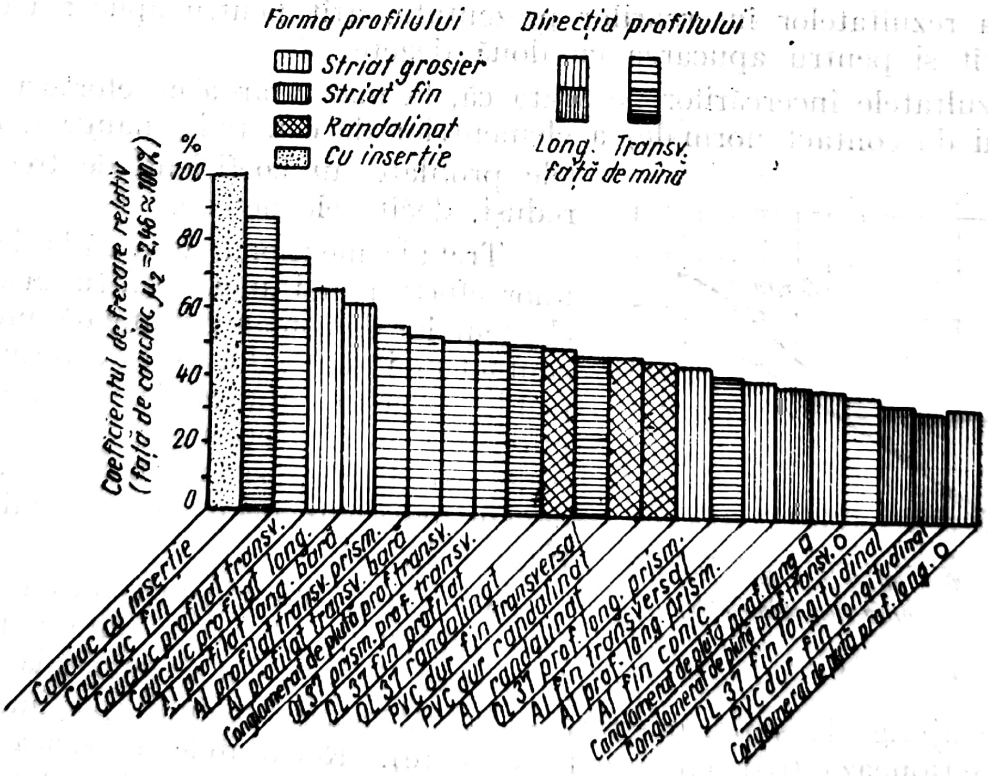


Fig. 6.13

Scanned with OKEN Scanner

va determina mărirea suprafeței de contact, iar presarea suprafețelor pe tot domeniul devine aproximativ aceiași, în timp ce la materialele mai rigide se poate ajunge la deosebiri relativ mari ale presiunilor specifice.

Aceste două efecte duc împreună la mărirea coeficientului de frecare.

În cadrul celor patru probe de cauciuc încercate, profilul de-a lungul mîinii are cel mai mic coeficient de frecare, deoarece penele (suprafețele) profilate se desfășoară paralel cu mișcarea. Această constatare este confirmată și la restul probelor (din metale și materiale plastice) (fig. 6.13).

În cadrul acestei grupe de materiale (fără probe din cauciuc), se poate constata un fel de succesiune de rang a coeficienților de frecare, care se reduc, de la cele profilate transversal la cele randalinate, pînă la cele profilate longitudinal.

În ceea ce privește tipul profilului, trebuie menționat că nu se pot constata deosebiri importante între profilele fine și profilele grosolane.

6.4. Dimensionarea elementelor de comandă manuală după criteriul forței de acționare

Executarea mișcărilor de manevrare a elementelor de comandă manuală se face mai rapid și într-un timp mai scurt (mai prompt) dacă distanța de parcurs a comenzii este mai scurtă, comanda se execută în plan orizontal, și, în special, de la stînga la dreapta și angajează membrele în sensul extensiei lor, mai mult decît a flexiunii lor.

Pentru proiectarea mașinilor-unelte se impune ca acționarea cu mîinile să se facă în cazul cînd forța de acționare este mică; pentru forțe mari, este indicat să se adopte acționarea cu picioarele.

În cazul acționării cu mîinile, se folosesc elemente de comandă manuală de tipul butoanelor, manivelelor și pîrghiilor, iar pentru acționarea cu piciorul — pedalele și butoanele de picior.

Butoanele digitale constituie o grupă distinctă de elemente de comandă manuală.

Dimensiunile butoanelor diferă funcție de felul acționării, cu degetele sau cu toată palma.

Butoanele digitale au diametrul de 12—30 mm, cursa minimă de 3 mm (fig. 6.14) și forța de acționare de 0,25—1,10 daN. Suprafața de contact cu mîna trebuie să fie concavă și rugoasă.

Manivela oferă o viteză de rotație mai mare decît butoanele. Raza manivelei trebuie dimensionată în funcție de forța rezistentă, de precizia de rotire și de viteza de acționare necesară. Pen-

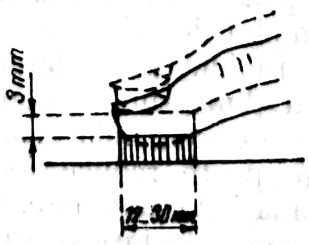


Fig. 6.14

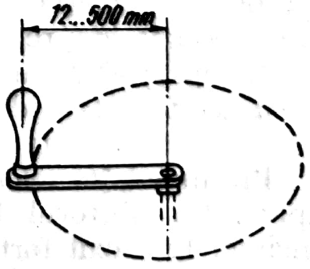


Fig. 6.15

tru lungimea pîrghiei (raza) manivelei, se recomandă [50] valori între 12 și 500 mm (fig. 6.15).

Pentru comenzile cu manivelă a reglajelor rapide se recomandă raza optimă de 70—90 mm, în cazul unei forțe rezistente $\leqslant 0{,}90$ daN și de 120 mm, pentru o forță rezistentă tangențială de $0{,}9 \div 2{,}5$ daN; $120 \div 200$ mm, pentru o forță rezistentă de 1—3,5 daN, pentru reglaje fine, sau $2 \div 4$ daN, pentru reglaje rapide [29], [32].

În tabelul 6.1 sînt indicate dimensiunile recomandate (optime) ale elementelor de comandă manuală cu manivelă.

Tabelul 6.1

Dimensiunile recomandate ale manivelelor

Înălțimea (cm)	Poziția (grade)	Raza (cm)		
		Rezistența tangențială (0 daN/cm)	Rezistența tangențială (7 daN/cm)	Rezistența tangențială (16 daN/cm)
91	0	3,8—11,4	11,4—19	11,4—19
99	90	6,4—11,4	11,4—19	11,4—19
102	—45	6,4—19	11,4—19	11,4—19
107	45	6,4—11,4	6,4—11,4	11,4—19
122	0	6,4—11,4	11,4	11,4—19

Întrerupătoarele cu basculă se folosesc în general pentru acționări rapide și pot avea două sau trei poziții: pornire și oprire sau pornire, așteptare și oprire. (fig. 6.16).

Lungimea pîrghiei se dimensionează corespunzător cu viteza de acționare și rezistența necesară pentru controlul contactului.

Se recomandă [51], de exemplu, diametrul de 3—25 mm, lungimea 12—50 mm și cursa minimă între două poziții 40°, pentru o forță de comutație de $0{,}25 \div 1{,}5$ daN (fig. 6.16)

Volantele se utilizează pentru comenzi rapide, reglaje grosiere sau fine. Acestea sînt mult mai eficace decît manivelele, pentru rotațiile mai mici de 90° sau forțe tangențiale mari și rotație lentă.

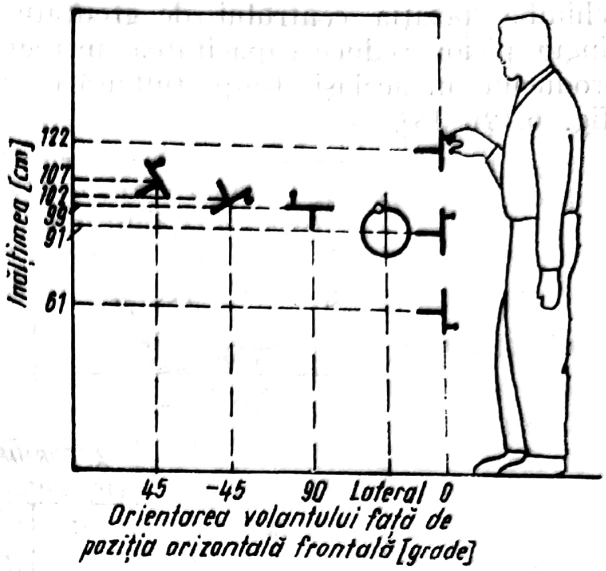
La proiectarea volantelor trebuie să se ia în considerație: înălțimea față de sol, poziția executantului, efortul tangențial necesar pentru acționare, precizia de reglare, poziția în spațiu a volantei etc.

În fig. 6.17 se arată modul de orientare a volantelor în funcție de înălțimea acestora față de sol. În funcție de datele din fig. 6.17, în tabelul 6.2 se dau recomandări pentru dimensiunile optime ale volantelor.

Pîrghiile sînt elemente de comandă manuală folosite pentru comenzi rapide. Cu ajutorul lor se poate reduce forța de acționare în funcție de lungime. În cazul forțelor mari de acționare, pîrghiile se plasează la înălțimea umerilor (pentru poziția ortostatică) sau a coatelor (pentru poziția sedentară).

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 6.17



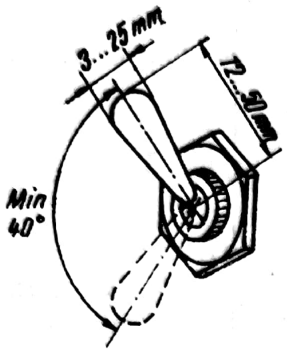


Fig. 6.16

Tabelul 6.2

Dimensiunile recomandate pentru roți de mînă

Înălțimea (cm)	Orientarea (grade)	Dimensiunea optimă în funcție de rezistența la cuplu (rezistența la forța tangențială)		
		(0 daN/cm)	(7 daN/cm)	(16 daN/cm)
61	0	Ø 8—15	Ø 25	Ø 41
91	0	Ø 8—20	Ø 25—41	Ø 41
91	lateral	Ø 8—15	Ø 25	Ø 25
99	90	Ø 8—25	Ø 25—41	Ø 41
102	—45	Ø 8—15	Ø 15—41	Ø 25—41
107	45	Ø 8—15	Ø 25	Ø 25—41
122	0	Ø 8—15	Ø 20—41	Ø 25—41

Se recomandă ca unghiul de deplasare a pîrghiilor să nu depășească 45°, pentru a obține o mișcare de comandă rapidă și cu efort minim.

Cursa de acționare „înainte-înapoi" nu trebuie să depășească 350 mm, iar cursa „stînga-dreapta" 950 mm.

Lungimea pîrghiei se stabilește în funcție de unghiul de deplasare, de viteza și de forța de acționare (fig. 6.18).

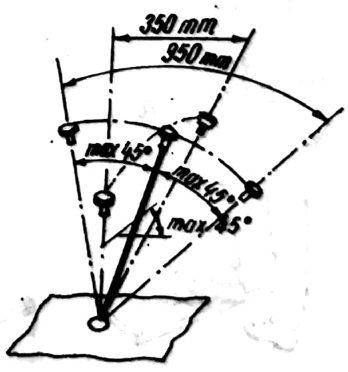


Fig. 6.18

Pedalele și butoanele de picior se folosesc în scopul eliberării mîinilor de comenzi, care pot fi executate cu ajutorul picioarelor, pentru lucrul în poziția sedentară. Cînd se impune introducerea comenzilor prin pedale de picior, la lucrul în poziție ortostatică, trebuie să se țină seama că această comandă este obositoare, obligînd pe operator să-și

schimbe poziția centrului de greutate, iar menținerea echilibrului pe un singur picior reduce capacitatea întregului sistem senzorial și locomotor, producînd în același timp tulburări cardiovasculare și deformații osoase (fig. 6.19) [18].

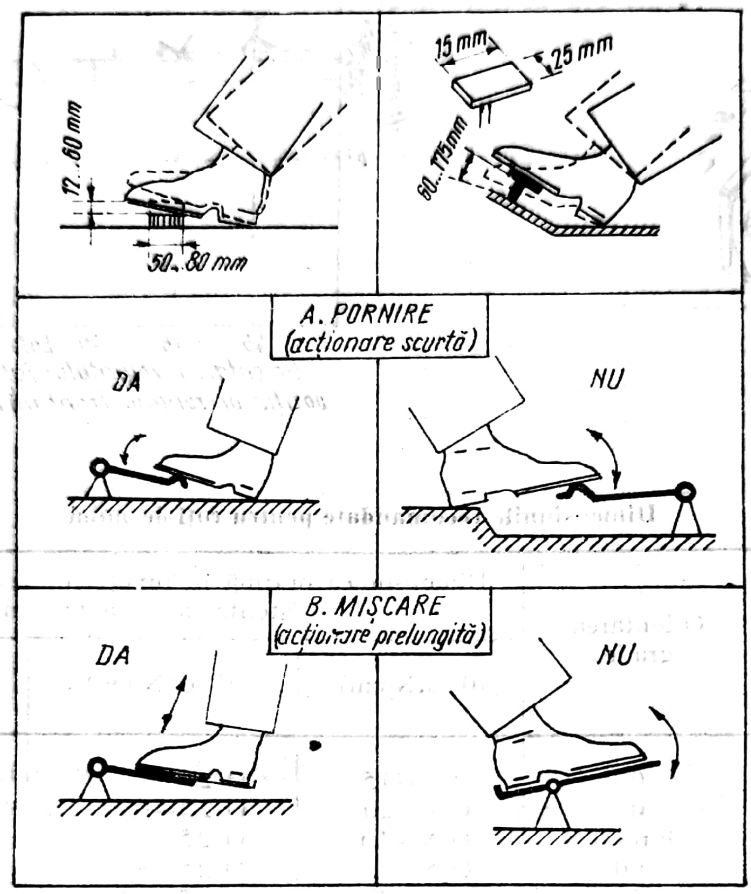


Fig. 6.19

Se recomandă utilizarea pedalelor, în special, cînd mîinile sînt ocupate sau cînd forța brațelor este insuficientă pentru realizarea comenzii.

Pedalele sînt destinate fie pentru comenzi de pornire-oprire, fie pentru acționare continuă. Cele pentru pornire — oprire permit o acționare rapidă, mișcarea realizîndu-se prin flexiunea articulației tibio-torsiene. Pedalele pentru acționare continuă solicită în măsură mai mică articulația tibio-torsiană (glezna), fiind acționate în principal de greutatea piciorului.

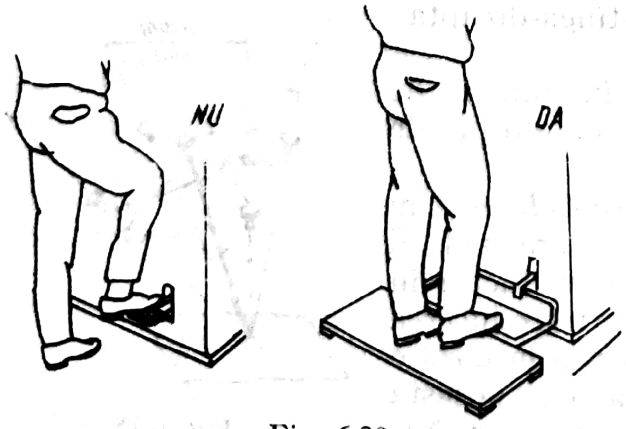


Fig. 6.20

Dimensiunile pedalelor se recomandă să se înscrie în următoarele valori: lățimea minimă — 25 mm, lungimea minimă — 75 mm, cursa maximă — 60 mm, pentru comenzi de pornire-oprire, și de 175 mm pentru acționare continuă.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru pedalele de pornire-oprire forța variază între 1,5 și 9 daN, iar pentru pedalele pentru acționare continuă forța este de 1,5 pînă la 90 daN [26].

Pentru dimensionarea pedalelor, trebuie să se ia în considerație capacitatea de presiune a piciorului uman și cerința ca pedala să nu oblige glezna la o rotație mai mare de 25° (15° flexie și 10° extensie) în raport cu perpendiculara gambei pe planul gambei piciorului (fig. 6.20).

6.5. Analiza eforturilor de acționare la unele mașini-unelte

În spiritul reducerii consumului energetic al operatorului, soluția constructivă trebuie să fie astfel concepută, încît eforturile la intrarea în lanțurile cinematice de comandă manuală la manetele de comandă ale baladorilor și a celorlalte tipuri de cuplaje să fie cît mai mici [24].

Problema este cu atît mai acută, cu cît frecvența de manipulare este mai mare. Valorile admisibile pentru manivele, manete sau pîrghii cu frecvență mare de acționare vor fi mai mici, comparativ cu cele referitoare la celelalte elemente de comandă, a căror acționare se face mai rar, sau foarte rar.

În același timp, la stabilirea unor eforturi admisibile, trebuie ținut seama și de locul de dispunere a elementelor de comandă manuală, în raport cu înălțimea corpului omenesc, cu distanța față de planul median (planul de simetrie ce conține axa longitudinală a corpului), la care se exercită efortul, precum și de măsura în care poziția corpului este conformă cu mărimea efortului depus de mîna operatorului.

Stabilirea unor valori admisibile s-a făcut pe baza unor statistici, fiind experimentat un număr relativ mare de subiecți, bărbați și femei, de diferite talii.

Experimentările se pot face fie direct pe diferite mașini-unelte sau utilaje, fie, mai corect, în laboratoare specializate, pe machete speciale.

Literatura de specialitate prezintă o serie de date privind eforturile admisibile în funcție printre altele și de mîna cu care se acționează (stîngă sau dreaptă) (tabelele 6.3 și 6.4) [54].

Tabelul 6.3

Forțe admisibile pentru comenzi folosite rar (daN)

Înălțimea față de sol (mm)	Pentru mîna dreaptă			Pentru mîna stîngă		
	Direcția forței					
	în sus	în jos	lateral	în sus	în jos	lateral
300—650	14	7	4	12	6	3
650—1050	12	12	6	10	10	4
1050—1400	8	8	6	6	6	4
1400—1800	7	14	4	6	12	3

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.4

Forțe admisibile pentru comenzi folosite freevent (daN)

Înălțimea față de sol (mm)	Acționare cu mîna dreaptă		Acționare cu mîna stîngă	
	Direcția forței			
	în sus și în jos	lateral	în sus și în jos	lateral
300—650	3	1,5	2	1
650—1050	4	2	3	1,5
1050—1400	3	2	2	1,5
1400—1800	3	1,5	2	1

În cazul în care nu sînt posibile reduceri substanțiale ale forțelor de manevrare, datorită soluției cinematice existente, în cadrul aceluiași lucru mecanic, deci energie consumată de operator, se poate apela la deplasări suplimentare, realizabile prin lungirea razelor roților de mînă sau a brațelor manetelor de acționare.

Pentru compararea mai multor tipuri de mașini-unelte din acest punct de vedere, ținînd seama de indicațiile date în tabelele 6.3 și 6.4, s-a propus un „coeficient de depășire a forței admise" K_F dat de relația [55]:

$$K_F = \sum_1^n \frac{\Delta f_i}{f_i}$$

în care: i este elementul „i" de comandă manuală; Δf_i — excedentul de forță necesară, față de forța admisă, pentru elementul „i"; f_i — forța efectivă necesară pentru elementul „i".

Autorii au experimentat trei tipodimensiuni de strunguri normale, făcînd măsurători cu ajutorul unui dinamometru cu arc, a cărui direcție de acționare a fost perpendiculară pe raza elementului de comandă (manetei).

Pentru fiecare manetă în parte, au fost efectuate cîte cinci măsurători, rezultatele medii fiind prezentate în tabelele 6.5, 6.6 și 6.7, pentru fiecare caz în parte.

Au fost considerate comenzile frecvente efectuate pe căruciorul strungului. Semnificațiile manetelor sînt date în tabelul 6.8.

Comenzile manuale de la păpușa fixă și mobilă s-au considerat a fi efectuate mai rar.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.5

Valorile forţelor efective de acţionare pentru un strung normal Ø 400

Nr. manetei	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*8 jos*	*8 lateral*	*9 stînga*	*9 dreapta*	*11*	*12*	*13*	*17*
Forţa efectivă (daN)	12,4	9,3	11	11	9,5	12,7	12,7	12	12	6	5,5	19,3	15,3
Excedentul de forţă (Δh_i)	6,4	3,3	7	7	4,5	5,7	8,7	10,5	10	2	1,5	15,3	9,3
Forţa admisibilă (h_i)	6	6	4	4	4	7	4	1,5	2	4	4	4	6
$\frac{\Delta h_i}{h_i}$	1,07	0,55	1,75	1,75	1,12	0,81	2,78	7	5	0,5	0,375	3,82	1,55

Tabelul 6.6

Valorile forţelor efective de acţionare pentru un strung normal Ø500

Nr. manetei	*1 dreapta*	*1 stînga*	*2*	*9*	*12*	*18*	*21*	*22 dreapta*	*22 stînga*
Forţa efectivă (daN)	10,5	10,5	17,5	6	13,5	20	5,2	7,5	7,5
Δh_i	4,5	6,5	12,5	4,5	7,5	16	1,2	3,5	4,5
h_i	6	4	6	1,5	6	4	4	4	3
$\frac{\Delta h_i}{h_i}$	0,75	1,62	2,08	3	1,25	4	0,3	0,875	1,5

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.7

Valorile forţelor efective de acţionare pentru un strung normal Ø 280

Nr. manetei	1	2	3	4	5	6	7	8 dreapta	8 stînga	9 dreapta	9 stînga	10	12 sus	12 jos	13	14 sus	14 jos
Forţa efectivă (daN)	10,3	13,8	3,5	5,7	8,8	7,3	2,2	5,7	5,7	4,5	4,5	5,7	11	11	11,8	14,2	214,2
Δh_i	4,3	9,8	—	1,7	2,8	4,3	—	4,2	3,7	2,5	3	1,7	7	7	5,8	2,2	2,2
h_i	6	4	4	4	6	3	3	1,5	2	2	1,5	4	4	4	6	12	12
$\frac{\Delta h_i}{h_i}$	0,71	2,45	0	0,425	0,46	1,43	0	2,8	1,85	1,25	2	0,42	1,75	1,75	0,97	0,183	0,183

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.8

Semnificațiile manetelor la strungurile normale

Tipul manetei	Nr. manetei la strungul		
	Ø 280	Ø 400	Ø 500
Manetă pentru cuplarea semipiuliței șurubului conducător (avansul automat al căruciorului)	10	11	21
Roată de mînă pentru acționarea manuală a saniei portcuțit longitudinală	12	12	11
Manetă pentru cuplarea avansului automat la cărucior sau sania transversală	11	13	18
Roată de mînă pentru acționarea căruciorului	8	9	22
Buton pentru pornirea universalului în ambele sensuri de rotire	7	28	20
Roată de mînă pentru acționarea manuală a saniei transversale	9	10	9
Manete pentru selectarea turațiilor	6	1,2	1,2
Manete pentru selectarea avansului și pasului filetelor	1,4,5	5,6,7,8	24,25,26
Manetă pentru blocarea pinolei	13	17	12
Manetă pentru blocarea rapidă a păpușii mobile pe ghidaje	14	18	13
Manetă pentru rotirea barei cu tampoane de oprire a căruciorului	24	27	23
Manetă pentru trecerea de la pas normal la pas mărit	—	3	27
Manetă pentru trecerea de la filet dreapta la filet stînga	2,3	4	28

Scanned with OKEN Scanner

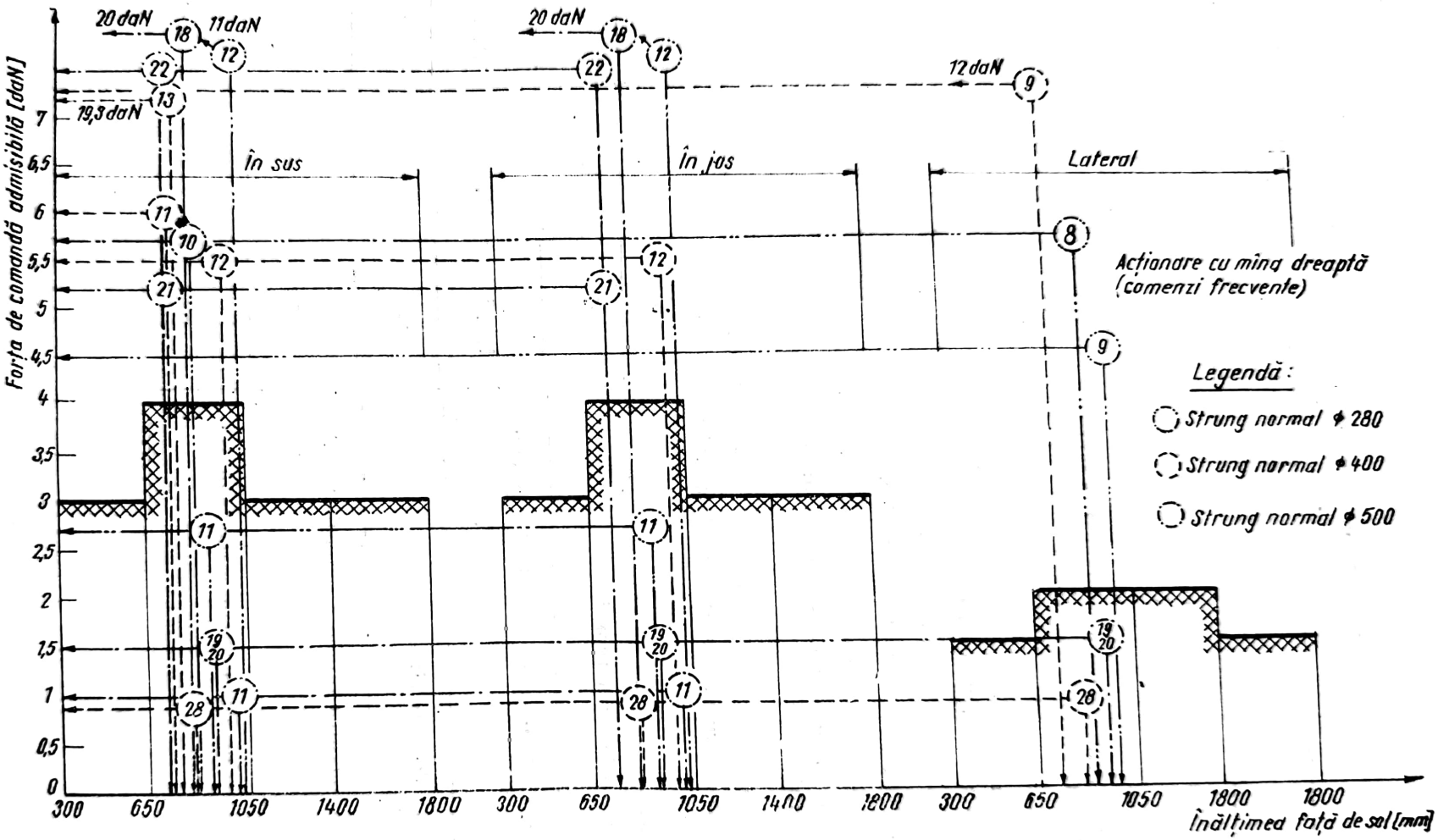

Forța de comandă admisibilă [daN]
20 daN
11 daN
19,3 daN
20 daN
12 daN
În sus
În jos
Lateral
Acționare cu mîna dreaptă (comenzi frecvente)
Legendă:
Strung normal ϕ 280
Strung normal ϕ 400
Strung normal ϕ 500
Înălțimea față de sol [mm]

Fig. 6.21

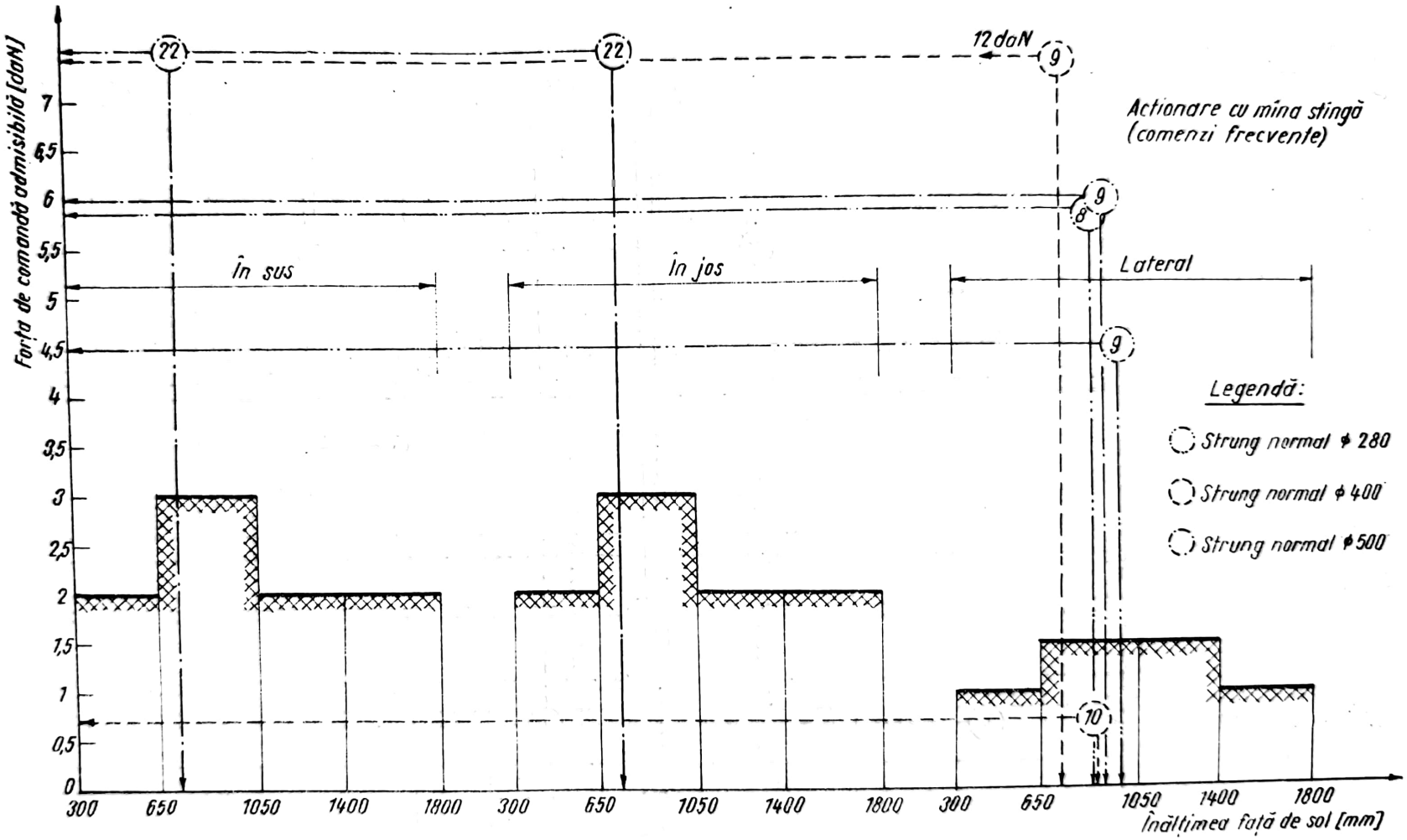


Fig. 6.22

Scanned with OKEN Scanner

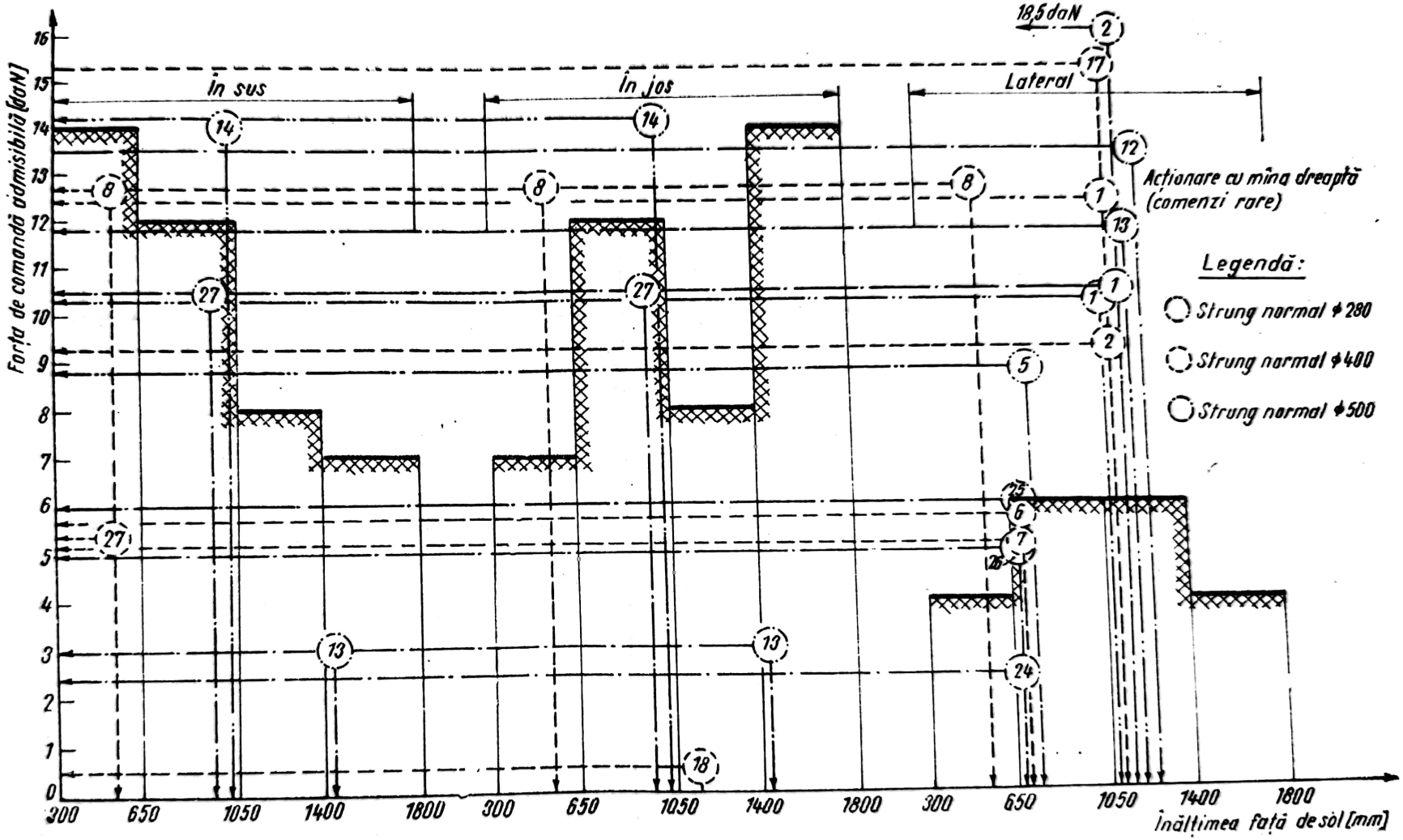


Fig. 6.23

Scanned with OKEN Scanner

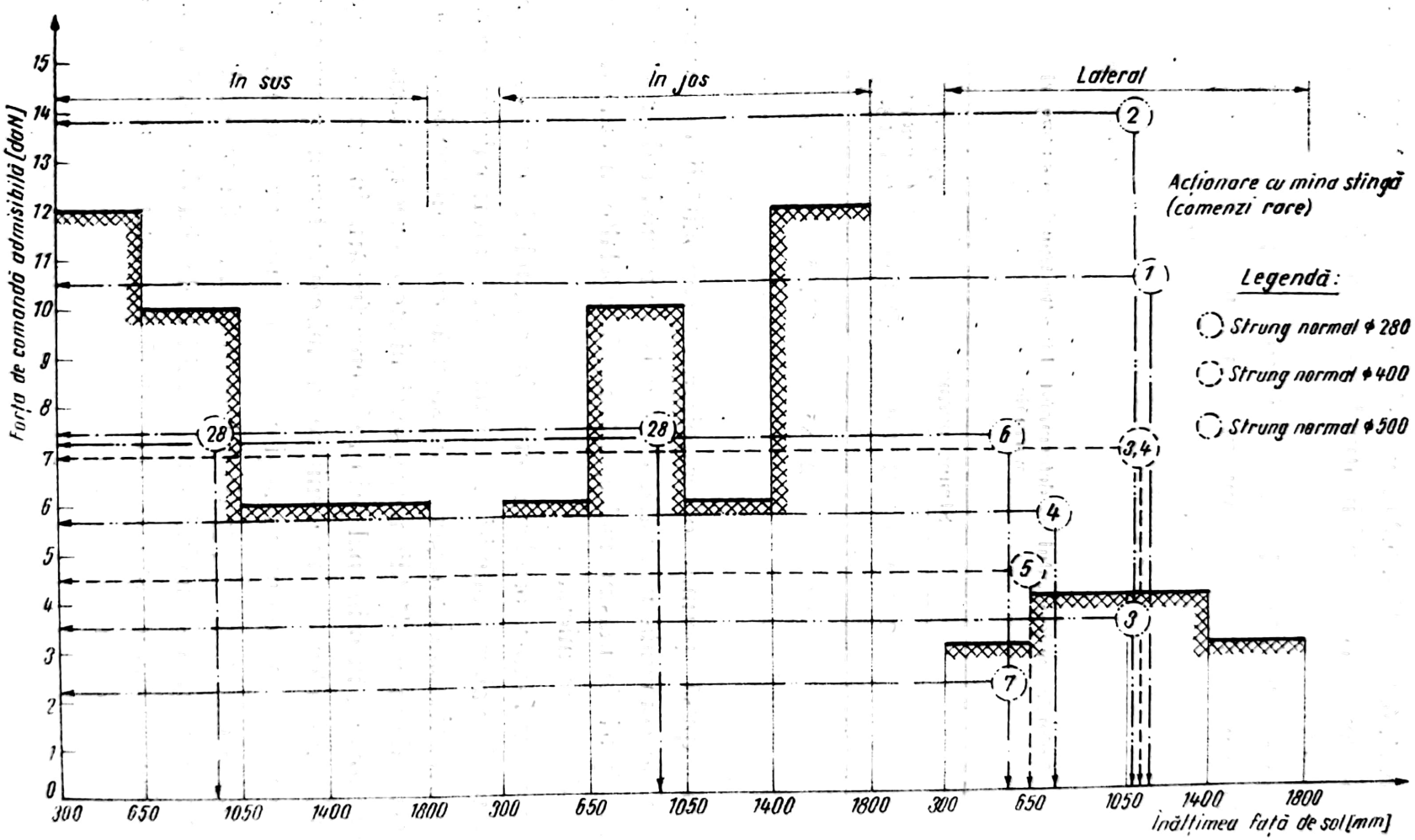


Fig. 6.24

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 6.21, 6.22, 6.23 și 6.24 numerele manetelor sînt trecute în cercurile ale căror coordonate corespund înălțimilor și respectiv forțelor efective pentru fiecare caz.

Așa cum rezultă din calcule, coeficienții de depășire a forței admisibile obținute la primele strunguri sînt mult mai mari (vezi tabelul 6.9) decît la mașina luată ca referință (Cazeneuve 360—HB—X).

Tabelul 6.9

Valorile coeficientului K_f determinate la patru tipuri de strunguri normale

	Strung normal			Strung tip Cazeneuve 360-HB-X
	Ø 280	Ø 400	Ø 500	
K_F	18,64	27,85	22,05	1,665

Metoda expusă, permite o ierarhizare a comodității de manipulare a elementelor de comandă manuală, dacă există un model de referință, între mai multe tipuri de mașini-unelte, alături de celelalte metode de apreciere a gradului de ergonomicitate.

Reducerea valorilor forțelor efective la manetele la care s-au constatat depășiri față de valorile admisibile se poate face prin: calculul corect din punct de vedere cinematic; alegerea corespunzătoare a dimensiunilor elementelor de comandă manuală (diametre, secțiuni etc.); execuție îngrijită a sistemului de acționare, în principal prin reducerea frecării în lagăre și creșterea preciziei mecanismelor de transmitere a mișcării; forma corespunzătoare a elementelor de comandă manuală și calitatea corespunzătoare a suprafeței.

Proiectarea corectă a dispozitivelor de comandă din punctul de vedere al forțelor de comandă se include între problemele din domeniul îmbunătățirii condițiilor de muncă și este necesar să i se acorde atenția pe care o merită pentru importanța sa practică.

Scanned with OKEN Scanner

7

SOLICITĂRI BIOLOGICE ÎN PROCESUL lucrului la mașinile-unelte

7.1. Generalități

Prin muncă se urmărește transformarea unor obiecte din mediul înconjurător (produse minerale, animale, vegetale), prelucrarea unor noțiuni abstracte (formule matematice, noțiuni, idei), manipularea unor utilaje în limitele unor parametri dați, manipularea de obiecte, materializarea unor noțiuni, idei, sentimente (cercetare științifică, proiectare, creația artistică).

În toate aceste activități atît de diverse ale muncii umane, avînd drept finalitate, fie crearea unor produse sau noțiuni mai valoroase, fie crearea de noi produse sau noțiuni, fie vehicularea în spațiu a produselor materiale sau spirituale, există o serie de elemente comune. Astfel, întotdeauna există o stare inițială, de la care se pornește, și una finală, mai perfecționată, mai valoroasă, spre care se tinde.

Trecerea de la starea inițială spre starea finală se face, datorită intervenției creatoare a omului, după o schemă care ar arăta astfel (fig. 7.1).

Intervenția omului în trecerea de la starea inițială la cea finală cuprinde o infinitate de aspecte, care reprezintă totalitatea formelor de muncă posibilă. Aceasta poate fi și ea schematizată în trei etape, regăsite în toate formele de muncă:

a) *Culegerea informațiilor* referitoare la obiectul intervenției umane (obiecte, idei, noțiuni codificate etc.);

Fig. 7.1

b) *Prelucrarea informațiilor* în scopul depistării posibilităților de intervenție și elaborării unor strategii de acțiune;

c) *Acționarea* în scopul modificării obiectului muncii în sensul dorit.

Dacă în etapa culegerii informațiilor, omul folosește organele de simț, utilizate drept „canale de intrare" (în sensul informațional al noțiunii), în situația acționării, cînd se urmărește transpunerea în realitate a soluțiilor elaborate prin activitatea creierului, se folosește întotdeauna sistemul osteo-

Scanned with OKEN Scanner

articular și musculatura organismului, care constituie componentele „canalului de ieșire", după schema din fig. 7.2 [14].

Într-adevăr, nu există nici un tip de muncă, de la aceea a agricultorului care sapă manual pămîntul sau a mecanicului care acționează manual diferite scule și pînă la aceea a programatorului mașinii de calcul, care manipulează butoane, sau a scriitorului care manevrează stiloul, care să nu implice într-o măsură cît de mică intervenția musculaturii.

Fig. 7.2

Trebuie menționat faptul că, oricît de mult s-ar avansa în direcția mecanizării muncii fizice, a creșterii ponderii muncilor cu participare predominant intelectuală sau senzorială, omul nu poate materializa gîndirea sa creatoare sau priceperea sa decît folosind într-o măsură oarecare o energie mecanică. Aceasta nu poate fi furnizată decît de sistemul muscular.

De aici necesitatea cunoașterii unor aspecte ale fiziologiei activității musculare (modalități de contracție, felul în care se obține energia necesară contracției, costul energetic al diferitelor munci etc.) pentru oricare dintre specialiștii care participă într-o formă oarecare la studiul sau organizarea muncii.

Alt domeniu al fiziologiei muncii care trebuie cunoscut este acela al modului în care sistemul de transport al oxigenului furnizează mușchilor energia necesară contracției. De asemenea, trebuie avut în vedere faptul că sistemul nervos este acela care coordonează toate aceste activități și că, în situația unor dereglări ale acestuia, tot restul funcțiilor organismului va fi deficitar, chiar dacă la nivelele muscular, cardiac etc. nu există nici un fel de perturbări.

7.2. Solicitarea energetică profesională

Prin solicitare energetică profesională se înțelege toată energia pe care o cheltuiește organismul pentru a face față cerințelor celor opt ore ale zilei de muncă. Această energie se folosește pentru asigurarea activității musculaturii care produce energia necesară prelucrării obiectului muncii, pentru întreținerea funcției, inimii, plămînilor, rinichilor etc., care asigură activitatea musculară și pentru menținerea la nivelul adecvat a activității sistemului nervos.

În timpul muncii, cel mai mare consumator de energie este sistemul muscular, dat fiind faptul că, solicitarea organelor interne și mai ales a sistemului nervos consumă o cantitate mică de energie. În această situație, atunci cînd se analizează consumul energetic profesional, se fac referiri, în primul rînd, la energia utilizată pentru asigurarea activității musculaturii organismului.

7.2.1. **Contracția musculară și formele sale.** Dintre multiplele proprietăți ale mușchiului, din punctul de vedere al studiului omului aflat în pro-

Scanned with OKEN Scanner

ducție, interesează una singură: capacitatea sa de a se contracta. Prin contracție musculară se înțelege modificarea ce se petrece în dispunerea spațială a micilor fascicole de fibre musculare atunci cînd se primește pe cale nervoasă o comandă specifică (sub forma unui impuls electric de slabă intensitate). La primirea impulsului nervos, fibrele își modifică structura, se produc unele alunecări ale fascicolelor, iar în mod global se pot petrece două procese fizice: scurtarea mușchiului sau creșterea presiunii în interiorul mușchiului.

Scurtarea mușchiului poate avea loc în situația în care forța dezvoltată de contracția musculară este mai mare decît rezistența care se opune scurtării (de exemplu, se ridică cu membrul superior o greutate de 1 kg la înălțimea de 1 metru). Contracția însoțită de scurtarea mușchilor este generatoare de lucru mecanic extern și stă la baza tuturor gesturilor și activităților motorii ale organismului în general.

În situațiile în care rezistența care se opune mușchiului este mai mare decît forța pe care o poate dezvolta contracția musculară (de exemplu, se ridică cu membrul superior o greutate de 70—80 kg), impulsul primit pe cale nervoasă nu mai poate produce o scurtare a mușchiului. Totuși se produce o contracție, dar aceasta se exteriorizează numai prin creșterea presiunii în interiorul mușchiului.

Spre exemplificare, în fig. 7.3 este schematizat primul tip de contracție, în condițiile excitării mușchiului labei unei broaște, legat de două tije elastice, care se lasă deformate în timpul contracției. Se produce o scurtare a mușchiului cu menținerea presiunii la un nivel aproximativ constant.

În fig. 7.4 același mușchi al labei de broască este legat de două tije rigide, nedeformabile. La excitarea mușchiului apare o contracție, dar aceasta

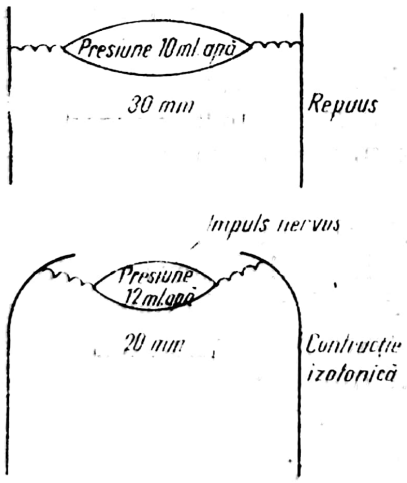


Fig. 7.3

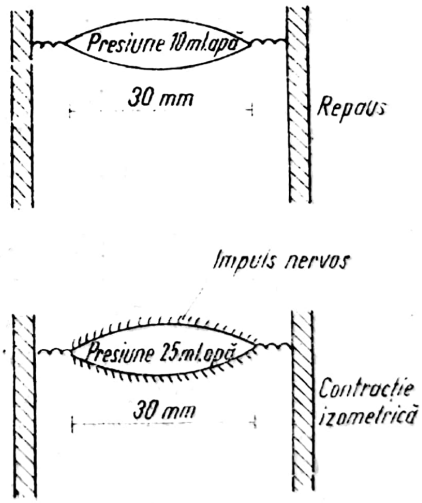


Fig. 7.4

nu este însoțită de scurtare, ci de o creștere puternică a presiunii intramusculare.

Contracția musculară însoțită de scurtare se numește IZOTONICA, datorită faptului că în tot timpul activității musculare se menține același

Scanned with OKEN Scanner

„tonus" (presiune), în timp ce contracția fără scurtare se numește IZOMETRICĂ, deoarece pe durata contracției se mențin aceleași dimensiuni.

Ambele tipuri de contracție sînt utile pentru organism. Orice contracție cu scurtare (izotonică) generează modificări ale dispunerii spațiale a diferitelor segmente ale organismului sau generează toate tipurile posibile de mișcare.

Contracția izometrică fixează în poziții rigide anumite segmente ale organismului, fapt care creează condiții optime de mișcare pentru segmentele legate de primele. Concret, atunci cînd cu mîinile se acționează dispozitive grele, care opun o rezistență mare, este imperios necesar ca picioarele și spatele să devină rigide, pentru că, numai în acest mod, brațele pot să acționeze eficient.

De menționat că o contracție izotonică sau izometrică pură nu poate fi găsită decît în experimente de fiziologie, ca acelea prezentate în fig. 7.3 și 7.4. În organismul luat ca întreg, nu există situații de contracție a unui singur mușchi, ci a unor grupe musculare. Astfel, la un complex umăr-braț-antebraț-mînă, care acționează, de exemplu, o manetă, unii mușchi se scurtează, alții se lungesc, în timp ce alții își mențin dimensiunea inițială, cu creștere de presiune, pentru că numai în acest mod se poate realiza complexul de mișcări coordonate cu multă finețe, care permite activitatea descrisă (de altfel, foarte simplă). În aceste condiții, în organismul luat ca un întreg, nu se poate vorbi de contracție izotonică sau izometrică.

Există însă activități în care domină contracțiile musculare de tip izoton, numite activități *dinamice* și activități în care domină contracțiile musculare de tip izometric, numite activități *statice*. De exemplu, la mersul pe jos, fără purtarea de greutăți, majoritatea segmentelor corpului se mișcă liber, constituind o activitate dinamică, prin excelență, în schimb susținerea pe brațe a unei greutăți mari, fără deplasare, este o activitate statică prin definiție.

Cele două tipuri de contracție musculară au importanță biologică diferită, cu o serie de implicații serioase asupra muncii profesionale. Pentru înțelegerea acestor fenomene, trebuie prezentate cîteva aspecte ale metabolismului muscular.

Pentru ca mușchiul sănătos să poată răspunde prin contracție la un stimul nervos specific, este necesară o cantitate de energie biologică. Acest lucru implică transferuri de electroni la nivelul membranei musculare. Din punct de vedere biochimic, electronii necesari pentru contracția musculară sînt furnizați prin degradarea glicogenului din organism (polimer al glucozei), ca urmare a unui întreg lanț de reacții chimice, pînă la stadiul de apă și bioxid de carbon. Procesul furnizează la mai multe nivele electronii necesari contracției musculare. În tot acest lanț de reacții, este obligatorie prezența oxigenului.

Deci, schematizînd fenomenele, pentru ca o contracție musculară să poată avea loc, este nevoie de un suport energetic, un „combustibil" și de oxigen.

În organism, „combustibilul" și oxigenul nu se găsesc la nivelul mușchiului. Primul se găsește depozitat în ficat și, în situațiile de epuizare

Scanned with OKEN Scanner

a rezervelor hepatice de glicogen, organismul poate folosi cu ușurință grăsimea depozitată sub piele, care poate fi transformată în compuși de tipul glucozei, cu utilizare imediată. În ceea ce privește oxigenul însă, organismul nu are practic depozite și trebuie să-l extragă în orice moment din aer. Atît compușii „combustibili", cît și oxigenul nu pot ajunge la nivelul mușchiului în activitate, decît prin intermediul circulației sîngelui, mai precis pe calea arterială.

Pe de altă parte, odată încheiat procesul de contracție, rămîn unele reziduuri care trebuie eliminate. În mod normal, în condițiile existenței unei cantități suficiente de oxigen, aceste reziduuri sînt apa și bioxidul de carbon. Acestea se îndepărtează rapid de la mușchiul în contracție prin intermediul sîngelui (venos) și sînt eliminate prin rinichi, transpirație, pe cale urinară (apa) și pe cale respiratorie (bioxidul de carbon). Condiția unei funcționări corecte a sistemului muscular constă într-o circulație eficientă, care să asigure un aport adecvat de oxigen și o eliminare rapidă și completă a reziduurilor.

Circulația sîngelui prin teritoriile musculare se prezintă mai jos. Inima, prin contracțiile sale, generează o presiune care împinge sîngele arterial, încărcat cu oxigen și glucoză, în artere. Aceste artere străbat toate segmentele organismului, ajungînd pînă la cele mai periferice porțiuni ale corpului. Una dintre caracteristicile anatomice ale sistemului arterial este aceea că vasele sînt dispuse în profunzimea membrelor în general, în apropierea oaselor.

Pe durata contracțiilor musculare circulația arterială este deosebită. În timpul contracțiilor de tip izotonic nu se înregistrează creșteri semnificative ale presiunii intramusculare și deci circulația arterială nu suferă influențe exterioare perturbatoare. În timpul contracțiilor de tip izometric, ritmice și de scurtă durată, creșterea presiunii intramusculare se repercutează și asupra pereților arteriali pe care îi comprimă, dar aceste comprimări, fiind de scurtă durată, nu conduc la stînjeniri ale fluxului sanguin.

Cu totul alta este situația contracțiilor de tip izometric de intensitate mare și de lungă durată. Studii recente au arătat că, în condițiile unei presiuni la ieșirea din inimă de 120—150 mm Hg (presiunea arterială sistolică sau „maximă" normală), sîngele poate circula nestînjenit prin membre în cazul în care contracția izometrică nu depășește 20% din forța maximă de contracție a segmentului respectiv (forță care se poate măsura dinamometric sau prin calcularea suprafeței musculare a segmentului).

La nivele de contracție izometrică, de intensitate ce reprezintă 20—40% din forța maximă a musculaturii segmentului respectiv, apar evidente strangulări ale fluxului sanguin prin acel segment, deoarece o creștere a presiunii intramusculare se opune presiunii din artera care circulă printre mușchii aflați în contracție (fig. 7.5).

Cu creșterea presiunii intramusculare, generate de contracția izometrică, fluxul sanguin este tot mai stînjenit și încetinit, pentru ca la contracții de 70% din forța maximă musculară, circulația sîngelui să fie complet întreruptă.

Scanned with OKEN Scanner

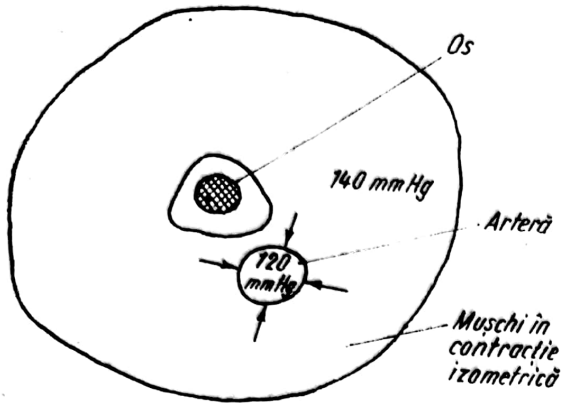


Fig. 7.5

În aceste situații, prin blocarea circulației, se întrerupe aportul de oxigen la nivelul mușchiului în contracție. În momentul opririi sau scăderii aportului de oxigen, la nivelul mușchiului mai există posibilități de contracție așa zise „anaerobe" (eficiente și în lipsa oxigenului). Fără a intra în amănunte biochimice, trebuie arătat că organismul posedă o serie de mecanisme de adaptare care pot asigura o contracție musculară în continuare, dar în condițiile unui randament cu mult mai scăzut decît cel realizat în prezența oxigenului. Mai mult, dacă în sistemul aerob normal, reziduurile contracției musculare, apa și bioxidul de carbon, erau foarte ușor eliminate, în condițiile contracției anaerobe, la nivelul mușchiului în contracție apare un reziduu de tip nou, acidul lactic. Acesta reprezintă o mare problemă pentru organism, în sensul că el nu poate fi eliminat ca atare, ci numai după o reconvertire în glucoza din care provine sau prin descompunerea sa în apă și bioxid de carbon. Ambele reacții consumă multă energie, timp și oxigen, fapt care face ca acidul lactic, odată apărut la nivelul mușchiului, să stagneze aici un timp destul de îndelungat. După cantitatea de acid lactic din mușchi (care este legată direct de intensitatea contracției izometrice și de durata sa), eliminarea acestuia durează între 20 minute și cîteva ore (în situații extreme chiar 1—2 zile).

Acidul lactic este greu tolerat de organism și, în special, de musculatura unde stagnează și provoacă în timp un fel de „intoxicare".

În situațiile în care se prelungește mult un travaliu static, cu producerea de acid lactic, la atingerea unei anumite cantități la nivelul mușchiului, acesta nu mai este capabil să se contracte.

Au fost prezentate pe larg aspecte ale contracției musculare izotonice și izometrice, dată fiind marea lor importanță în organizarea producției, în proiectarea și deservirea mașinilor-unelte. Cu cît se creează omului posibilitatea de a munci în condiții de travaliu dinamic (așezat sau într-o postură ortostatică firească fără aplecări, înghemuiri sau diferite torsiuni ale trunchiului), cu atît sînt mai puține posibilitățile de apariție a acidului lactic în mușchi, cu toate consecințele sale neplăcute. Efortul fizic mare de acționarea dispozitivelor de comandă, amplasarea dispozitivelor de comandă în afara zonei normale sau maxime de lucru provoacă aplecări, ridicări pe vîrful picioarelor sau tot felul de mișcări forțate, care implică travaliu static. Lucrul cu mîinile ridicate deasupra capului sau în poziție înghemuită sînt surse importante de travaliu static, la fel ca ridicarea și mai ales transportul manual de greutăți.

Apariția acidului lactic, pe lîngă senzațiile neplăcute de durere musculară sau de greutate pe care le provoacă, conduce la scăderea forței de contracție, la scăderea capacității de realizare a unor mișcări de finețe și la apariția

precoce a oboselii, factori care scad în mod evident și semnificativ eficiența omului și randamentul profesional.

7.2.2. **Măsurarea energiei consumate de organism într-o activitate profesională.** În paragraful precedent a fost explicat procesul contracției musculare cu aspectele sale fiziologice și au fost atinse unele probleme ale energiei care permite contractarea mușchilor, privite din punct de vedere biochimic și fiziologic. O altă cale de a trata această problemă o constituie evidențierea costului energetic al contracției musculare, al activităților profesionale. Costul energetic, în speță măsurarea consumului energetic profesional, este foarte importantă atunci cînd se încearcă raționalizarea muncii, proiectarea unui utilaj cît mai eficient și adecvat pentru omul care îl deservește.

Problematica măsurării costului energetic al muncii nu este atît de simplă pe cît ar putea să pară la prima vedere. Încercări de măsurare de pe poziții fizice, cum ar fi acelea ale măsurării lucrului mecanic extern generat (forța × deplasarea), în sensul calculării greutății de învins și a deplasării acesteia, nu a dat rezultate, deoarece, atunci cînd deplasăm o greutate, trebuie să includem și greutatea mîinii cu care efectuăm deplasarea (greu de evaluat). Mai mult, atunci cînd se susține o greutate fără a o deplasa, din punct de vedere fizic, nu apare nici un travaliu, dar din punct de vedere fiziologic se efectuează un travaliu static extrem de solicitant.

S-a trecut de aceea la măsurători bazate pe constatarea că orice activitate a organismului se însoțește de căldură și că această căldură crește direct proporțional cu intensitatea și durata activității.

În acest sens, s-au efectuat măsurători în dispozitive complexe, constînd din camere cu pereți dubli, în care se introduce subiectul măsurătorii și prin intermediul cărora se poate măsura exact cantitatea de căldură generată de subiectul introdus.

Aceste măsurători au adus o serie de rezultate valoroase, clarificînd multe aspecte legate de funcționalitatea diferitelor organe sau aparate ale organismului, stabilind principii de igienă alimentară, definind aspecte legate de contracția musculară și altele.

Trecînd la măsurătorile propriu-zise, practice ale consumului energetic profesional, trebuie arătat că metoda calorimetriei, deși foarte precisă, nu poate fi eficientă, ea fiind greoaie, laborioasă și extrem de scumpă. Pornind de la aceste dificultăți ale *calorimetriei directe*, s-au căutat metode indirecte de măsurare. Cea mai bună metodă existentă pînă în prezent, cu o aplicație destul de simplă, este aceea a *calorimetriei indirecte respiratorii*.

Metoda se bazează pe constatarea că orice activitate a organismului implică o serie de reacții biochimice care nu pot avea loc decît în prezența oxigenului. În acest fel, este suficientă măsurarea cantității de oxigen consumată de organism în timpul unei activități pentru a o defini cantitativ.

Această metodă este posibilă datorită faptului că există o relație strînsă între cantitatea de energie utilizată de organism în cadrul proceselor biologice și oxigenul consumat. Această relație este următoarea: 1 kcal = 200 ml O_2.

Scanned with OKEN Scanner

Deci, dacă în organism au loc procese biologice ce consumă energie (activitate musculară, activitatea inimii, rinichilor, organelor digestive etc.), pentru 1 kcal energie utilizată, sînt necesari 200 ml de oxigen.

Măsurătoarea propriu-zisă se face prin aplicarea pe fața subiectului a unui dispozitiv de recoltare (cel mai eficient este acela al unei măști cu cagulă), care permite inspirația liberă a aerului ambiant și care dirijează aerul expirat într-un sac de cauciuc, pe care subiectul îl poartă în spate ca pe un rucsac. Odată pregătită această „instalație", subiectul începe să-și desfășoare liber activitatea, care trebuie studiată.

Calculul pornește de la faptul că procentul de oxigen în aerul ambiant este în mod constant 20,9. Este suficient să se măsoare cantitatea de aer expirat pe unitatea de timp și să se stabilească, cu ajutorul unor aparate electronice, procentul de oxigen din aerul expirat. Calculul este foarte simplu. Spre exemplu, dacă pe durata testării de 10 minute, subiectul a expirat o cantitate de aer de 95 litri, procentul de oxigen din aerul expirat fiind 14,2, rezultă pentru extracția de oxigen $20,9 - 14,2 = 6,7$, un consum total de 95 litri $\times$ 6,7 $\times$ 0,01 = 6,365 litri oxigen.

La cantitatea de 6,365 litri oxigen, considerînd pentru fiecare 200 ml O_2 = 1 kcal, corespund 31,825 kcal. Deci, activitatea efectuată de subiect are un consum energetic de 3,1825 kcal/minut.

După cum se poate vedea, tehnica de măsurare este relativ simplă dar permite aprecierea consumului energetic cu mare precizie.

Pentru stabilirea corectă a consumului energetic, trebuie elucidată cheltuiala energetică de bază sau bazală. Se presupune că un om sănătos este instalat într-o cameră cu o temperatură astfel reglată încît să nu provoace senzația de cald sau de frig, deci să nu oblige organismul la un efort de adaptare termică. Subiectul va fi culcat pe un pat comod, care să-i permită o relaxare musculară totală (deci se află în situația unei lipse totale de contracții musculare). Subiectul trebuie să fie la un interval de minimum 12 ore după ultima masă (deci se consideră că nu mai există nici un fel de activitate digestivă). Condițiile de mai sus definesc „starea bazală", în care omul testat trăiește la cel mai redus nivel de solicitare al organismului. Într-adevăr, dacă musculatura, digestia și mecanismele de adaptare termică sînt în repaus, nu mai funcționează decît aparatul circulator și cel respirator (la un nivel redus), funcția renală, glandele endocrine etc. Se poate afirma că, în acest caz, omul nu mai consumă energie decît strict pentru menținerea vieții.

Consumul energetic minimal reprezintă „cheltuiala de bază" sau „metabolismul bazal". Această cheltuială este remarcabil de constantă de la un om la altul și are un nivel de circa 1 kcal pentru fiecare kilogram greutate corporală, pe oră. Deci, un om de 70 kg va avea o cheltuială bazală pe oră de 70 kcal, adică 1 680 kcal în 24 ore.

Atunci cînd se măsoară consumul energetic profesional pentru o activitate sau o meserie, din valorile consumului de oxigen constatate trebuie scăzută cheltuiala bazală. Concret, în exemplul prezentat mai sus, din cele 3,1825 kcal măsurate pe minut în activitatea respectivă, numai 2,1825

Scanned with OKEN Scanner

reprezintă *consumul energetic profesional real*, restul fiind un consum obligatoriu, legat numai de menținerea celor mai elementare funcții vitale.

Această metodă de măsurare a consumului energetic profesional reprezintă o metodă științifică, riguroasă, dar ea presupune o aparatură de specialitate și cadre pregătite în acest scop. Pentru ușurarea operației, au fost stabilite metode de evaluare a consumului energetic profesional, din care cîteva vor fi prezentate mai jos.

P r i m a d i n t r e e l e este prezentată sub forma unor tabele, în care autorii au consemnat consumurile energetice profesionale stabilite după metoda descrisă mai sus. Sînt prezentate costurile energetice ale unor activități simple care pot fi întîlnite într-o serie de activități fizice sau meserii [47].

Autorii prezintă astfel costul energetic al mersului pe jos, în funcție de viteză, tipul de încălțăminte, natura solului, greutatea purtată etc. Utilizînd aceste tabele există posibilitatea aprecierii unui mare număr de activități și, prin interpolarea valorilor, se pot stabili consumurile energetice, fără a mai efectua măsurători biologice.

În condițiile unei aplicări exacte, conforme instrucțiunilor formulate de autori, tabelele Spitzer-Hettinger constituie un bun instrument de lucru în aprecierea consumurilor energetice profesionale.

A l t ă m e t o d ă, care poate fi utilizată cu bune rezultate în aprecierea consumurilor energetice, este aceea a analizei muncii după tipurile de mișcări impuse de procesul tehnologic.

Metoda pornește de la următoarele premize: o activitate care impune mișcări în exclusivitate ale degetelor (restul segmentelor corpului fiind în repaus) conduce la un consum energetic de 20 kcal/oră; o activitate, care pretinde mișcări cu sediul în articulațiile pumnului (și degetelor), conduce la un consum de 40 kcal/oră; atunci cînd activitatea are mișcări cu sediul în articulația cotului (și cele de mai jos), consumul energetic este de 75 kcal/oră; activitățile cu sediul în articulația umărului (numai mișcările de întindere a brațului înainte și de apropiere a sa de corp), inclusiv mișcările în articulațiile cotului, pumnului și degetelor, au un consum energetic de 120 kcal/oră; activitățile, care impun mișcări în toate sensurile ale brațelor, conduc la consumuri de 120—200 kcal/oră.

Fiind în posesia acestor date, trebuie urmărită cu atenție activitatea la locul de muncă supus testării, se separă activitățile după tipurile de mișcări implicate și se cronometrează durata fiecărui tip de mișcare în parte. Odată cunoscut timpul afectat fiecărui tip de mișcare, în urma unui calcul simplu, se obține valoarea consumului energetic global.

Această metodă, deși mai puțin precisă decît precedentele, aplicată corect, poate da informații foarte utile asupra consumului energetic profesional, la nivelul unităților productive.

În continuare se prezintă î n c ă o m e t o d ă de apreciere a solicitărilor energetice profesionale, care nu exprimă rezultatele în kcal, ci în răsunetul biologic al muncii. Această metodă se bazează pe măsurarea frecvenței cardiace în timpul muncii. Fără a intra în amănunte de fiziologie, trebuie arătat că, pornind de la ideea deja enunțată a relației directe dintre

Scanned with OKEN Scanner

cantitatea de oxigen consumată de organism și nivelul consumului energetic, se poate stabili o relație între numărul de bătăi ale inimii pe unitatea de timp și cantitatea de oxigen livrată de aparatul cardio-vascular organismului. Relația se bazează pe faptul că, oxigenul este preluat de sînge la nivelul plămînilor și este cedat țesuturilor, fapt care presupune o circulație a sîngelui. Cu cît efortul la care este supus organismul este mai mare, cu atît crește nevoia de oxigen și sîngele este pus în situația să circule mai rapid, pentru a transporta mai mult oxigen pe unitatea de timp. Principalul parametru fiziologic care contribuie la creșterea vitezei de circulație a sîngelui și deci a livrării de oxigen țesuturilor este frecvența bătăilor inimii. Plecînd de la aceste considerente, în lucrarea [8] se face următoarea apreciere a intensității muncii după nivelul frecvenței cardiace (Fr. C.):

a) Fr.C. în muncă sub 85/min reprezintă o solicitare energetică foarte ușoară.

b) Fr.C. între 85 și 100/min reprezintă o solicitare energetică ușoară.

c) Fr.C. între 101 și 125/min reprezintă o solicitare energetică medie.

d) Fr.C. între 126 și 150/min reprezintă o solicitare energetică ridicată.

e) Fr.C. peste 150/min reprezintă o solicitare energetică foarte ridicată, așezînd munca la un nivel care nu poate fi acceptat decît pentru perioade scurte de timp și numai la indivizi tineri și cu o stare de sănătate perfectă.

După cum se vede, există mai multe modalități de apreciere a cheltuielii energetice sau a solicitării biologice a locului de muncă. Aceste tehnici, corect aplicate, dau posibilitatea aprecierii cu un grad mulțumitor de precizie a intensității muncii, în scopul adoptării celor mai potrivite măsuri organizatorice.

Ca o sinteză asupra noțiunilor de solicitare energetică profesională, mai jos vor fi indicate unele criterii care definesc intensitatea muncii. Trebuie precizat că există multe încercări de apreciere a muncii în ușoară, grea, foarte grea, exhaustivă etc. Aceste aprecieri diferă în măsură destul de mare de la un criteriu la altul și comportă un oarecare grad de subiectivitate. Trebuie subliniat că noțiunile de muncă „ușoară", „grea" etc., așa cum vor fi prezentate mai jos, se referă strict la solicitarea energetică profesională și nu iau în considerație solicitarea psihică, senzorială, capacitatea de decizie implicată, gradul de insecuritate etc., toate acestea fiind elemente care pot spori în mare măsură dificultatea reală a muncii. Există munci foarte ușoare din punctul de vedere al solicitărilor energetice, dar foarte grele sau grele din punctul de vedere psihic sau senzorial (operatori radar, telefoniste la centrale foarte mari, funcții de conducere, de decizie etc.).

Pe baza aspectului energetic al muncii, se propune următoarea clasificare:

a) munci ușoare, acelea în care solicitarea energetică profesională este pînă la 1 000 kcal/8 ore;

b) munci de intensitate medie, acelea la care consumul energetic profesional este între 1 000 și 1 500 kcal/8 ore;

c) munca grea, considerată cea a căror solicitări sînt între 1 500 și 2 000 kcal/8 ore.

Scanned with OKEN Scanner

Din punct de vedere energetic, limita maximă la care poate fi solicitat un om este de 2 000 kcal/8 ore. Referitor la această ultimă idee, trebuie subliniat faptul că cifrele indicate reprezintă valori medii, care se aplică la oamenii cu aptitudini medii și pe toată durata vieții profesionale. Este evident faptul că unii indivizi, excepțional dotați din punct de vedere fizic, sînt capabili de eforturi mai mari decît cele prezentate drept limita maximă admisibilă. Judecînd însă statistic, pe un număr mare de oameni, s-a ajuns la concluzia că limita de 2 000 kcal profesionale pe zi reprezintă pragul de siguranță, care permite unui om aflat în limitele mediei populației să muncească pînă la vîrsta legală de pensionare, fără să se înregistreze o uzură organică sau psihică datorită muncii.

7.3. Solicitarea posturală

Prin postură se înțelege dispunerea spațială a corpului uman.
Posturile principale sînt:

a) *Postura ortostatică* (ortostatismul) caracterizată prin aceea că omul stă în picioare, nesprijinit. Există mai multe tipuri de posturi ortostatice. Cea mai uzuală este postura ortostatică comodă, în care corpul omului este relaxat, nu se impune purtarea nici unei sarcini și există posibilitatea unor mici mutări ale centrului de greutate (individul își poate muta greutatea „de pe un picior pe altul"). Alt tip de postură ortostatică este aceea „impusă", cu o serie de variante: „poziția de drepți", în care majoritatea musculaturii organismului se află în stare de contracție izometrică, diferite posturi ortostatice impuse de locul de muncă sau de utilaje (ridicat pe vîrfurile picioarelor, purtînd o serie de greutăți, cu diferite grade de aplecare sau de torsiune a trunchiului). Aceste variante implică și ele în diferite grade o contracție izometrică a unor teritorii musculare.

Tot o variantă a posturii ortostatice este atitudinea „înghemuită", în care individul este în situația de flexie a gambelor pe coapse, situație în care apare un grad de contracție izometrică deosebită a musculaturii corpului.

b) *Postura șezîndă* în care corpul omului stă așezat pe un scaun sau pe un suport oarecare. Postura șezîndă implică deci prin definiție un suport pe care organismul stă așezat și care ridică o serie de probleme legate de contactul dintre partea posterioară a coapselor și de fese cu suportul respectiv. Trebuie menționat că, în situația posturii șezînde, indiferent de calitățile suportului, nivelul de contractură izometrică este mai scăzut decît în situația posturii ortostatice.

c) *Postura culcată* (pe partea ventrală sau dorsală a corpului) în care organismul are un contact mult mai mare cu suprafața solului sau cu un suport oarecare decît în cazul posturii șezînde. Această postură conduce la un grad și mai mic de contractură izometrică, dar ridică probleme speciale pentru muncă cu brațele și pentru fenomenele de reglare a circulației sîngelui. Această postură se întîlnește destul de rar în activitățile productive (minieri care lucrează la straturi subțiri, mecanici de utilaje care tre-

Scanned with OKEN Scanner

buie să lucreze sub utilaj, instalatori care lucrează în canale). Această postură nu va fi studiată în mod special în cadrul lucrării prezente.

Prin solicitarea posturală se înțelege gradul de constrîngere impusă omului de către locul său de muncă sau de utilajul pe care îl deservește, în ceea ce privește atitudinea corpului în spațiu și în ceea ce privește gradul de contractură musculară izometrică impus. Atitudinea spațială impusă și contracția izometrică au o serie de repercusiuni asupra circulației sîngelui, asupra aparatului locomotor și în mod special asupra coloanei vertebrale.

Atunci cînd se apreciază gradul de solicitare posturală, se ia în considerare tipul de postură (ortostatică sau șezîndă), varianta de postură (comodă sau impusă), caracteristicile suprafeței scaunului (în cazul posturii șezînde), numărul de aplecări sau torsiuni ale trunchiului, eventualele poziții forțate pe care le impune locul de muncă. Alt element care intră în definirea solicitării posturale, mai ales în cazul posturii ortostatice, este faptul că frecvent locul de muncă impune ridicarea și transportul de greutăți, cu consecințe asupra unor sisteme și aparate ale organismului.

Înainte de a arăta nivelele de solicitare posturală a organismului, vor fi trecute în revistă principalele posturi întîlnite în producție și se va arăta modul în care acestea pot influența organismul.

7.3.1. **Postura ortostatică.** Această postură, indiferent de gradul de relaxare pe care îl are, implică obligatoriu un anumit nivel de travaliu static, datorat faptului că toată musculatura părții posterioare a corpului (ceafă, spate, fese, coapse, gambe) trebuie să aibă un anumit grad de contractură izometrică, în scopul menținerii corpului în această postură.

Acest grad de travaliu static crește cu nivelul de constrîngere impus de variantele posturii ortostatice amintite și de ridicarea sau transportarea unor greutăți, pentru menținerea cărora organismul trebuie să realizeze nivele cu mult mai mari de contracție izometrică, decît pentru simpla menținere în ortostatism a propriului corp.

Contractura izometrică a unor teritorii mari ale musculaturii organismului are un răsunet asupra aparatului cardio-vascular, deoarece, la nivele de contracție izometrică depășind 20% din forța maximă de contracție a musculaturii respective, apare o reacție a aparatului cardio-vascular constînd în creșterea frecvenței cardiace și a tensiunii arteriale. Aceste creșteri ale tensiunii arteriale și a frecvenței cardiace pot fi importante (în situațiile de contractură puternică și prelungită), atingînd valori de peste 120 pulsații pe minut și valori de tensiune de 180 mm Hg sau chiar și mai mari.

Aceste reacții cardio-vasculare constituie un factor de suprasolicitare a organismului, conducînd rapid la instalarea oboselii. Dar mai pot avea și urmări patologice, în sensul instalării în timp a unei hipertensiuni arteriale la indivizii avînd o predispoziție constituțională pentru această boală, iar la hipertensivii constituiți, pot apărea, cu ocazia unor eforturi mari și prelungite, accidente deosebit de grave, de tipul hemoragiilor cerebrale.

Alt element circulator implicat în postura ortostatică și, mai ales, în ortostatismul combinat cu un nivel ridicat de contractură izometrică este teritoriul venos.

Scanned with OKEN Scanner

Una din particularitățile circulației sîngelui în organism este aceea că, în teritoriul arterial, sîngele circulă „împins" de presiunea pe care o dezvoltă inima în timpul contracțiilor sale. Această presiune scade însă cu cît sîngele ajunge în vase cu diametru mai mic, pentru ca la nivelul capilarelor această presiune să dispară cu totul. Pentru ca sîngele venos să se întoarcă din nou la inimă, pentru a închide circuitul, nu mai există nici o forță de împingere și aceasta în situația în care masa de sînge venos trebuie să avanseze spre inimă și în condiții antigravitaționale (să urce din membrele inferioare și abdomen pînă la inimă, în cazul posturii ortostatice).

Bineînțeles, sînt create mecanisme care asigură „întoarcerea venoasă" la inimă. În venele membrelor există niște formațiuni numite valvule, care permit circulația sîngelui numai în sensul periferie-centru. În timpul contracțiilor musculare ale membrelor, apar diferite variații de presiune, ce se repercutează asupra pereților venelor, antrenînd coloana de sînge care, datorită sistemului de valvule amintit, nu poate evolua decît spre inimă. În acest mod se ajunge la un fel de „inimă periferică" care contribuie eficient la întoarcerea sîngelui din teritoriile periferice spre inimă.

Alt mecanism care asigură propulsarea sîngelui spre inimă este jocul de presiuni pozitiv-negative între torace și abdomen, în timpul mișcărilor respiratorii. Astfel în inspirație, în toracele care își crește toate diametrele, apare o presiune negativă, care „aspiră" sîngele spre torace. Concomitent, în abdomen, datorită dilatării toracelui și coborîrii mușchiului diafragm, apare o presiune pozitivă care „împinge" sîngele spre torace. În expirație se petrec fenomene inverse, care fac să existe o serie de fenomene de aspirație-refulare a sîngelui, comparabile cu ceea ce se întîmplă într-o pompă aspiratoare-respiratoare. Acest mecanism, foarte eficient de altfel, își pierde foarte mult din importanță în situațiile în care omul, aflat în ortostatism, transportă greutăți sau este în stare de contractură izometrică a unor mari teritorii musculare ale toracelui și abdomenului, pentru că în aceste situații toracele și abdomenul devin rigide și jocurile de presiune sînt mici. În aceste situații deci, ambele mecanisme care favorizează întoarcerea sîngelui venos spre inimă devin ineficiente și sîngele stagnează prelungit în venele extremităților, situație care conduce în timp la formarea unor dilatații venoase, varicele, ale căror complicații pot provoca chiar invaliditatea.

Trebuie menționat că, datorită unor particularități anatomice, femeile sînt cu mult mai predispuse la varice decît bărbații și de aceea, ele trebuie ferite în mod special de situațiile care pot favoriza apariția acestor tulburări.

Alte structuri ale organismului care sînt afectate datorită posturii ortostatice sînt cele ale aparatului locomotor și, în special, ale coloanei vertebrale. Pentru a înțelege modul în care este afectată coloana vertebrală în postura ortostatică, trebuie făcute unele precizări.

La om, în cadrul posturii ortostatice reale, coloana vertebrală, prin porțiunile sale inferioare și, în special, prin coloana lombară, este supusă unei solicitări mecanice mari (practic jumătate din greutatea corpului). În plus, mobilitatea în această regiune este foarte mare, flexia coloanei lombare ajunge la 90° și chiar mai mult, extensia la circa 30° și permite mișcări de lateralitate de aproape 45°.

Scanned with OKEN Scanner

Deci, vertebrele din regiunea lombară și în special discurile intervertebrale, formațiuni cartilaginoase destul de fragile, suportă o dublă solicitare mecanică, datorită greutății care se exercită în tot timpul asupra lor și datorită marii mobilități a regiunii. De notat că fenomenele descrise se produc în cadrul solicitărilor obișnuite, ce caracterizează viața omului în familie la domiciliu, fără a implica activitățile profesionale cu toate solicitările și constrîngerile lor.

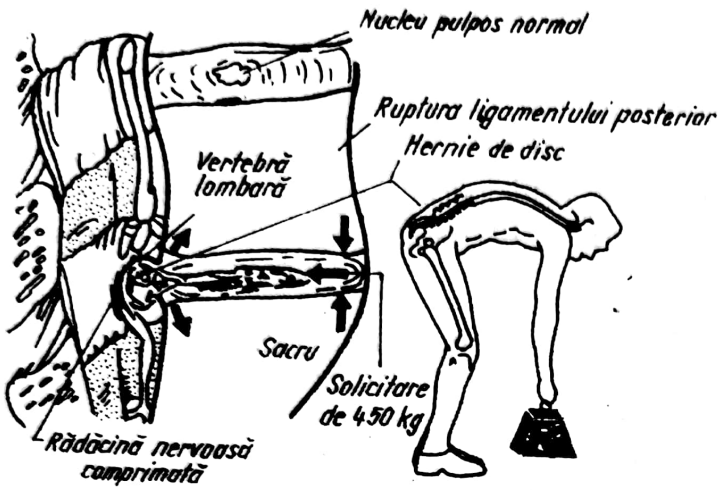


Fig. 7.6

Munca profesională însă implică o serie de suprasolicitări ale coloanei vertebrale, unele considerate normale, cum ar fi aplecările în toate sensurile, prin repetarea cărora în timp devin traumatizante și altele, veritabile traume, cum ar fi căderile sau ridicarea unor greutăți mari. Toate aceste solicitări mecanice sînt aplicate discurilor intervertebrale, care, în timp, datorită suprasolicitărilor încep să se modifice în sensul sclerozării lor, cu pierderea marcată a elasticității. Urmarea acestei situații poate fi, în unele cazuri, deosebit de gravă, datorită faptului că, discul, intervertebral are o structură mai aparte caracterizată prin existența în centrul formațiunii cartilaginoase a unei densificări numită nucleu pulpos (fig. 7.6).

În situația ridicării unei greutăți din poziția cu trunchiul aplecat înainte, la nivelul discului intervertebral se dezvoltă presiuni foarte mari (pentru ridicarea unei greutăți de 40 kg apar solicitări de pînă la 450 kg), care comprimă vertebrele și discurile. Această solicitare, exercitîndu-se asupra unei formațiuni discale sclerozate și neelastice, poate conduce la ruperea sa, cu proiectarea nucleului pulpos dur înapoi, unde se găsește măduva spinării și rădăcinile nervoase care merg spre membre.

Ceea ce s-a descris mai sus este hernia de disc acută, accident de mare gravitate, cu caracter invalidant și cu o evoluție destul de puțin favorabilă, chiar și în condițiile intervenției chirurgicale.

Există se pare și un factor constituțional care conduce la apariția suferințelor discurilor intervertebrale, iar acesta nu poate fi influențat, cel puțin pînă în prezent. Pot fi însă enumerați *o serie de factori* care favorizează instalarea suferințelor discale și care apar în cadrul activității profesionale.

Primul dintre aceștia, care apar foarte frecvent, este suprasolicitarea coloanei prin aplecări și torsiuni repetate.

La mașini-unelte, una din cele mai importante surse de suprasolicitare a coloanei vertebrale o constituie amplasarea dispozitivelor de comandă și de acționare în afara zonei normale sau maxime de lucru, fapt care conduce

Scanned with OKEN Scanner

la aplecări și torsiuni ale trunchiului, cu rezultatele menționate mai sus. În funcție de modalitatea de amplasare a dispozitivelor de comandă, o muncă poate fi considerată ușoară, de intensitate medie sau chiar grea din punctul de vedere al constrîngerii posturale. Este de aceea imperios necesar ca proiectanții de mașini-unelte să aibă în tot timpul în atenție aceste amplasamente ale comenzilor manuale. Atunci cînd, din motive tehnice, nu se poate amplasa comanda în zona potrivită, se poate recurge la o serie de artificii, cum ar fi aceea a prelungirii tijelor dispozitivelor de comandă, deoarece și în acest mod se pot evita aplecările sau diferitele poziții forțate ale trunchiului.

A doua sursă de suferință discală este ridicarea și transportul unor greutăți mari și în mod repetat. În această situație sînt de luat în considerare două elemente. Primul dintre acestea este masa care trebuie ridicată. Cu cît această masă este mai mare, cu atît repercusiunea sa asupra coloanei vertebrale este mai mare. Acest lucru este de altfel și legiferat în cadrul normelor republicane pentru protecția muncii (tabelul 7.1). Al doilea element de luat în considerare în cadrul ridicării unor greutăți este varianta posturală în care trebuie efectuată ridicarea. Cheia problemei în această situație este gradul de aplecare (flexie) al coloanei. După cum se poate vedea din fig. 7.6, în situația unei flexii a trunchiului, coloana vertebrală se află într-o situație anatomică mai aparte, cu articulațiile dintre vertebre deschise larg spre înapoi și cu musculatura spatelui destinsă. Din aceste cauze, există o situație favorabilă producerii herniei de disc (articulație deschisă, lipsă de contractură musculară de protecție).

Tabelul 7.1

Mase maxime admise de purtat sau de ridicat, în raport cu grupele de vîrstă (pentru ambele sexe)

Femei		Bărbați	
Grupa de vîrstă, ani	Masa, kg	Grupa de vîrstă, ani	Masa, kg
16—18	5	16—18	12
18—21	8	18—21	25
21—40	12	21—45	50
40—50	10	45—55	30
peste 50	8	peste 55	20

Dacă greutățile se ridică nu prin aplecarea și redresarea trunchiului, ci prin flectarea și extinderea genunchilor (prin „lăsarea pe vine" cu apucarea greutății și ridicarea în picioare), noua situație anatomică a coloanei vertebrale menajează discul și pericolul apariției herniei de disc dispare. Este de dorit ca muncitorii să fie instructați în acest sens, făcîndu-se și un mic „antrenament" în această direcție. Orice tentativă de ridicare a unei greutăți trebuie să fie precedată obligatoriu de adoptarea poziției „de drepți", cu contractura musculaturii spatelui, după care, cu mișcări ale brațelor și picioarelor, dar cu menținerea spatelui drept și rigid, să se efectueze ridicarea.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 7.7

În fig. 7.7 se prezintă modalitățile de ridicare a greutăților, care nu suprasolicită coloana vertebrală.

7.3.2. **Postura șezîndă.** Postura șezîndă, implicînd prin definiție existența unei suprafețe pe care corpul „se așază", adică cu care ia contact prin intermediul unei porțiuni a corpului cuprinzînd fesele și fața posterioară a coapselor, ridică o serie de probleme de fiziologie, implicînd circulația sîngelui și aparatul locomotor. Problemele circulatorii sînt generate de contactul prelungit dintre țesuturile moi ale organismului și suprafața dură pe care omul este așezat, iar cele locomotorii de faptul că, în cadrul posturii șezînde, coloana vertebrală are tendința spre „atitudini vicioase", adică poziții curbe, înclinate, torsionate, care pot aduce în timp modificarea staticii organismului.

Tulburările circulatorii care pot fi întîlnite în postura șezîndă se datoresc perturbării, prin comprimarea țesuturilor prinse între greutatea corpului care se exercită asupra lor și suprafața rigidă pe care omul s-a așezat. Sînt afectate atît circulația arterială, cît și cea venoasă, datorită creșterii presiunii tisulare. În timp, pot apărea atît afectări ale circulației arteriale, care produc în membrele inferioare furnicături, amorțeli și alte senzații neplăcute, cît și a celei venoase, care se evidențiază prin umflarea picioarelor, mai ales la nivelul gleznelor, cît și prin dilatări ale venelor care, în timp, pot ajunge pînă în stadiul de varice.

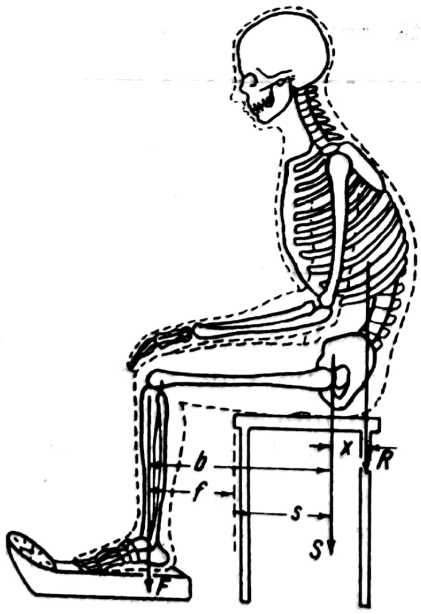


Fig. 7.8

Pentru evitarea acestor neplăceri se pot lua unele măsuri, foarte simple, care sînt deosebit de eficiente.

Teoretic, contactul dintre trunchi și suprafața pe care se așază omul trebuie să se efectueze numai printr-o porțiune redusă a feselor și anume în dreptul proiecției bazinului osos la piele (cum se spune în popor „stă în capul oaselor") (fig. 7.8).

În momentul în care contactul corpului cu scaunul se face după modelul prezentat mai sus, porțiunea de musculatură comprimată este minimă, practic neglijabilă, și deci nu apare o stînjenire a circulației, nici în teritoriul arterial și nici în cel venos.

Pentru a se putea realiza acest mod de așezare, este necesar ca picioarele omului așezat să fie în contact cu solul în așa mod

Scanned with OKEN Scanner

încît între partea posterioară a coapsei și scaun să existe un spațiu liber. Se impune deci ca picioarele scaunului să fie mai scurte decît gambele omului așezat. Acest mod de așezare se realizează prin utilizarea unor scaune cu înălțime reglabilă sau, în lipsa acestora, prin folosirea unor rezemători pentru picioare.

Situația este bună atunci cînd omul este așezat, cu picioarele pe sol sau pe suport și putem introduce palma mîinii între scaun și partea posterioară a coapsei. Contactul cu scaunul se face, în această situație, numai prin intermediul unei porțiuni reduse a feselor.

O altă modalitate în care scaunul poate stînjeni circulația sîngelui prin membrele inferioare este situația în care suprafața de șezut este atît de lungă încît ajunge în contact cu partea posterioară a gambelor omului așezat. În această situație, în spatele genunchiului se produce o comprimare a țesuturilor din partea muchiei anterioare a scaunului, care antrenează tulburări circulatorii.

Această stare poate fi remediată în mod simplu, prin folosirea unor scaune „scurte", a căror suprafață de șezut să aibă o lungime de 35 cm. În această situație, chiar și la oamenii mai scunzi, deci cu coapsele mai scurte, nu se realizează un contact între gambă și muchia scaunului. Controlul situației se face ca și în cazul de mai sus, prin introducerea palmei mîinii între fața posterioară a gambei și muchia scaunului. Atunci cînd există un spațiu care permite introducerea mîinii, scaunul este corect dimensionat și nu apar tulburări ale circulației.

Consecințele posturii șezînde asupra aparatului locomotor constau, în situația omului așezat pe un scaun incorect dimensionat, în adoptarea unei poziții asimetrice, forțate, în care coloana vertebrală nu mai este situată în axul corpului, ci face diferite curburi față de acest ax.

În cazul ședерii prelungite pe un scaun neadecvat, pot apărea o serie de dureri musculare, o serie de mici modificări articulare, agravări ale unor afecțiuni locomotorii de tipul artrozelor etc., elemente care afectează negativ eficiența în muncă.

Soluția pentru evitarea unor atitudini vicioase ale coloanei vertebrale în timpul muncii în postură șezîndă este dotarea locului de muncă cu un *scaun ergonomic*, cu spătar mobil, curb, cu înălțimea de circa 20 cm, care să „îmbrace" spatele. Limita superioară a spătarului trebuie să ajungă sub linia care trece prin partea inferioară a omoplaților omului (pentru a nu stînjeni mișcările brațelor) și marginea inferioară trebuie să fie la înălțimea părții superioare a osului șoldului (creasta iliacă). Un asemenea tip de spătar forțează coloana să adopte o postură specială cu o convexitate anterioară, care o menține dreaptă. În cazul în care nu se impune o muncă de o oarecare intensitate cu brațele, ci munca implică numai mișcări cu sediul în articulațiile coatelor sau degetelor, se poate folosi scaunul cu spătar continuu, spătar care trebuie să aibă o convexitate anterioară netă (așa numita linie a lui Äkerblöm), care forțează de asemenea trunchiul și coloana vertebrală să adopte o atitudine corectă.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 7.9 este prezentată schița unui scaun ergonomic utilizabil pentru muncile de birou sau pentru activitățile productive cu un consum energetic pînă la 1 000 kcal.

În concluzie, la prezentarea solicitărilor posturale, se indică nivelele de solicitare, așa cum sînt folosite ele în activitatea de diagnostic ergonomic la laboratorul de specialitate a Institutului de Expertiză Medicală și Recuperare a Capacității de Muncă din București:

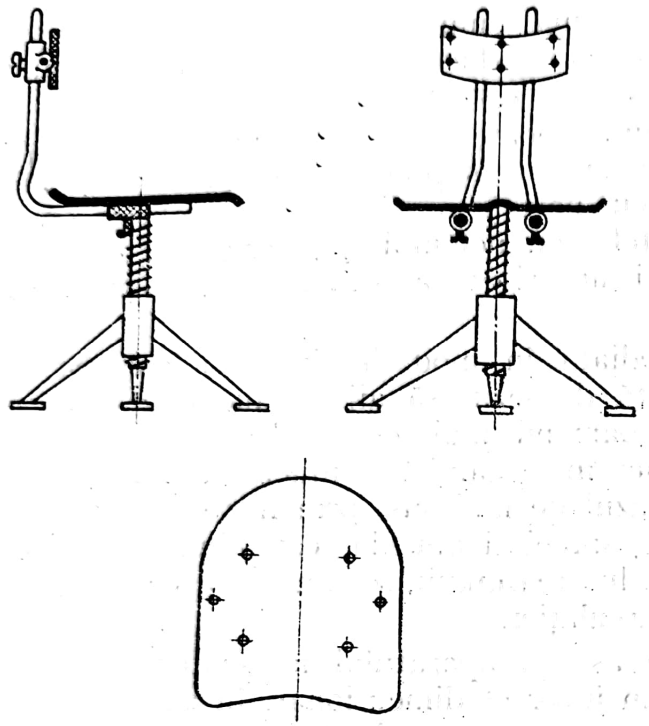


Fig. 7.9

a) Solicitare foarte ușoară: postură șezîndă pe un scaun ergonomic, care poate fi alternată liber cu postura ortostatică comodă.

b) Solicitare posturală ușoară: munca în postură șezîndă obligatorie pe scaun ergonomic, fără posibilitatea alternării cu ortostatismul; munca în postură ortostatică obligatorie (comodă), fără aplecări, fără ridicarea de greutăți sau cu ridicarea sporadică a unor greutăți foarte mici (5—8 kg la bărbați sau 2—5 kg la femei).

c) Solicitare posturală medie: munca în postură ortostatică obligatorie, cu aplecări sau torsiuni sporadice ale trunchiului (5—6 pe oră); cu ridicarea unor greutăți pînă la 15 kg pentru bărbați și pînă la 7 kg pentru femei, fără elemente semnificative de travaliu static.

d) Solicitare posturală ridicată: munca în postură ortostatică obligatorie, în situația în care apar aplecări și torsiuni frecvente ale trunchiului (1—2 pe minut); travaliu static prelungit (1—2 ore pe schimb), cu contractură musculară izometrică importantă; ridicarea și transportul unor greutăți mari, dar în limitele normelor, republicane pentru protecția muncii; diferite combinații între primele trei situații.

e) Solicitare posturală foarte ridicată: munca în ortostatism în care se impune ridicarea unor greutăți care depășesc valorile prevăzute în normele republicane pentru protecția muncii; munca în posturi speciale (culcat, tîrîș, urcat pe stîlpi, pe acoperișuri legat cu chingi etc.).

7.4. Oboseala și influența ei asupra folosirii utilajelor

Pentru elucidarea fenomenului de oboseală trebuie făcută o prezentare preliminară a fiziologiei anumitor mecanisme din sistemul nervos central, fără care nu se poate aborda cu claritate această problemă.

Scanned with OKEN Scanner

În organism există două situații funcționale distincte, starea de „activare" și starea de „inhibiție", stări prezente în sistemul nervos central, dar care se proiectează asupra activității organismului în totalitate.

Starea de activare presupune o creștere a funcționalității sistemului nervos central, cu un flux rapid al ideilor, cu percepții senzoriale clare și vii (vizuale, auditive etc.), cu reacții rapide etc. Proiecția corporală a acestei stări este o creștere a tonusului muscular general, o creștere a nivelului hormonilor „efectori" în sînge (adrenalina și derivatele sale) etc. Organismul este în acest caz pregătit pentru a acționa rapid și adecvat la orice solicitare psihică sau fizică. Există bineînțeles diferite trepte de intensitate ale acestei stări de activare, limita superioară situîndu-se la un nivel de agitație excesivă, irascibilitate extremă, reacții motorii necontrolate, întîlnite în anumite situații de boală psihică (mania acută).

Starea de inhibiție este o situație inversă, în care funcționalitatea sistemului nervos scade, fluxul ideilor, percepțiile senzoriale, viteza de reacție, scad; tonusul muscular scade și nivelul adrenalinei în sînge scade și el. În această situație, aptitudinea organismului de a reacționa adecvat la stimuli scade împreună cu eficiența sa în general. La limita extremă a acestei situații survine somnul.

În general se consideră că, stimulul specific, natural, activator pentru organism este cantitatea de informație pe care o primește organismul din mediul exterior, prin intermediul organelor de simț (văz, auz, pipăit, gust, miros). Aceste informații ajung mai întîi la nivelul creierului și de aici sînt dirijate către substanța reticulară activatoare, care își sporește „tonusul", producînd situația descrisă. Cu cît informațiile sînt mai multe cantitativ și mai semnificative, cu atît activarea este mai puternică. Activarea nu se face numai prin intermediul organelor de simț, ci și prin intermediul unor noțiuni care ajung direct la creier.

Stimulul specific inhibitor pentru organism este cantitatea și intensitatea informațiilor, care se primesc din mediul interior, din organism. Aceste informații vin de la mușchii în care s-au acumulat substanțele chimice ce apar în timpul efortului (de exemplu, acidul lactic), de la tot felul de receptori chimici din vase care indică scăderea glucozei în sînge, creșterea acidității sîngelui, creșterea temperaturii corpului, eventuala apariție a unor substanțe străine nocive, cum ar fi microbii și virusurile cu toxinele lor etc.

Rolul biologic al acestor sisteme de activare și inhibare se remarcă prin caracterul extrem de adecvat. Într-adevăr, în situațiile în care se primesc impulsuri activatoare, esențial pentru organism este să acționeze rapid și eficient. În situațiile în care predomină stimulii inhibitori (scăderea resurselor organismului, apariția unor factori patologici etc.), esențial pentru organism este repausul, refacerea forțelor.

Odată prezentate structurile activatorii și inhibitorii ale organismului, trebuie arătat că ele se află într-o continuă relație, că există un continuu joc „în balanță" a stării active și a inhibiției, și că în funcție de greutatea mai mare a „talerului activator" sau a celui „inhibitor" al balanței, organismul va fi situat pe diferite trepte de eficiență.

Scanned with OKEN Scanner

Odată clarificate aceste noțiuni, se poate trece la explicarea fenomenului de *oboseală* [19].

Senzația de oboseală (greutate în mușchi, ideație mai lentă, neatenție, lipsă de interes pentru activitatea profesională, starea de somnolență etc.) indică doar faptul că organismul a ajuns la un anumit nivel de inhibiție. Cu alte cuvinte, tonusul inhibitor a crescut pînă la un anumit nivel, atingerea acestui nivel generînd simptomele care au fost enunțate și creează starea de oboseală. Oboseala reprezintă un semnal de alarmă din partea organismului, semnal care arată că resursele (organice și psihice) au scăzut pînă la un nivel care impune încetarea activității și trecerea în starea de repaus, pentru refacerea resurselor.

Apariția senzației de oboseală nu semnifică epuizarea organismului, ci numai atingerea unui anumit nivel de scădere a resurselor. Acest lucru poate fi demonstrat în mai multe feluri. Dacă în momentul apariției senzației de oboseală, de exemplu, survine o informație extrem de semnificativă din exterior (un eveniment important, plăcut sau neplăcut, care impune însă o reacție rapidă și adecvată din partea omului), pe loc nu se mai simte oboseala, eficiența psihică și fizică cresc brusc și reapare starea de muncă adecvată și eficientă pentru o perioadă de timp. După rezolvarea situației deosebite, însă, oboseala se resimte mult mai intens ca de obicei și va fi nevoie de o durată de repaus cu mult mai mare decît în mod obișnuit.

Altă modalitate de „ștergere" a senzației de oboseală este aceea de utilizare a unor substanțe medicamentoase „excitante", începînd cu cafeaua și terminînd cu amfetaminele, sau „aminele de trezire", care redau rapid eficiența.

În ambele exemple însă, creșterea eficienței s-a realizat în mod artificial, prin stimuli psihici sau biochimici. În realitate, în momentul apariției senzației de oboseală, organismul se găsea în situația unor resurse scăzute și odihna se impunea. Intervenția brutală de tipul celor descrise a mobilizat ultimele resurse ale organismului, care a mai fost capabil de activitate, dar la un preț inacceptabil de mare. Repetarea în timp a situațiilor în care omul este pus în situația de a activa după apariția „semnalului biologic oboseală" conduce la epuizarea resurselor, la suprasolicitare și în final la boală.

Se poate afirma că respectarea „indicatorului oboseală", în sensul întreruperii activității și trecerii la regimul de odihnă, asigură posibilitatea ca după o zi activitatea să fie reluată de la același nivel, ca în zilele precedente. Excesul de activitate, în condițiile oboselii, conduce, în timp, la insuficienta refacere a organismului și la diferite stări patologice.

Din cele prezentate mai sus rezultă și cauzele diferitelor tipuri de „oboseală". *Oboseala datorită activității* necesită explicații suplimentare. În cazul stărilor de boală, oboseala este datorată unei serii de perturbări în mediul interior (durere, febră, modificări biochimice etc.) ce generează un adevărat „bombardament" cu informații intense al substanței reticulate inhibitorii, care generează un puternic tonus inhibitor. Starea de ineficiență, care impune odihna, reprezintă reacția cea mai adecvată a organismului în fața bolii.

Oboseala datorită monotoniei reprezintă un caz aparte. Aici nu este vorba de o reacție fiziologică de apărare a organismului ca în situațiile

Scanned with OKEN Scanner

de mai sus, ci de o reacție în fond inadecvată. Într-o situație de activitate monotonă, din mediul exterior parvin puține informații semnificative și acestea de o intensitate redusă. În acest fel, scade tonusul activator și devine preponderent cel inhibitor. Ca urmare apare starea de moleșeală, de ineficiență și de somnolență. În această situație, introducerea unui stimul exterior intens sau semnificativ, care crește starea de activare, reprezintă o intervenție binevenită, deoarece nu fusese vorba de o epuizare a resurselor, ci doar de simpla monotonie obositoare.

Aceste considerații de ordin fiziologic fundamentează ideea introducerii *muzicii funcționale* (de exemplu), în activitățile repetitive, monotone, deoarece muzica constituie un stimul exterior pozitiv, ce conduce la creșterea eficienței omului și conferă situației și ambianței de muncă un caracter plăcut, reconfortant.

Dacă nu se respectă „indicatorul oboseală" și se continuă activitatea, eficiența organismului scade rapid și procesul de producție suferă, atît din punctul de vedere al vitezei de execuție (scade volumul producției fizice), cît și al calității (apar greșeli). De altfel, una dintre tehnicile prin intermediul căreia se testează apariția oboselii este măsurarea numărului de greșeli efectuate de operatorul testat. În momentul în care procentul de greșeală crește semnificativ, se poate afirma că a apărut situația de oboseală [35].

Nu acesta este însă cel mai mare dezavantaj al lucrului în starea de oboseală. Grav este faptul că omul care muncește în regim de suprasolicitare este pus în situația de a nu-și reface cronic rezervele. Dacă în situația muncii fizice, refacerea rezervelor înseamnă doar o hrană adecvată, care să aducă glucoza necesară, aspectele psiho-intelectuale ale muncii au nevoie pentru refacere de somn și de anumite activități relaxante, fără de care nu se poate realiza refacerea potențialului funcțional al celulei nervoase. Lipsa prelungită a acestor posibilități de refacere conduce la anumite modificări în structura chimică a celulei nervoase, exteriorizate printr-o anumită simptomatologie. Este vorba de un intens sentiment de repulsie față de activitatea profesională, de dureri de cap persistente și chinuitoare, de unele tulburări ale comportamentului (iritabilitate extremă, crize de violență sau de deprimare etc.). În această situație apare oboseala cronică sau clinică [19] și se impune luarea unor măsuri radicale în sensul scoaterii temporare din activitate a omului respectiv, cu instituirea unui regim de odihnă prin intermediul somnului și a unor activități recreative, de preferat în aer liber și conținînd o componentă de efort fizic în genul unor sporturi ușoare.

Dacă s-a intervenit la timp, se poate reveni încă la normal, omul putînd, după scurgerea unei anumite perioade, să-și reia activitatea la nivelul anterior suprasolicitării.

Dacă în schimb intervenția a fost tardivă, urmează instalarea bolii (în general reacții de tip nevrotic, așa numite „de suprasolicitare"), ce impun intervenții medicale și care, în multe situații, nu mai pot readuce omul la starea inițială, cu tot tratamentul instituit.

Iată deci ce este oboseala, ce mare importanță biologică are și cît de riscantă este ignorarea avertismentelor pe care ea le adresează organismului.

Scanned with OKEN Scanner

7.5. Rolul îmbunătăţirii utilajului în optimizarea performanţei omului în producţie

Omul care muncește este integrat într-un întreg angrenaj complex de situații, utilaje și oameni. Pentru realizarea unei performanțe profesionale optime, este necesar ca toate relațiile din cadrul acestui sistem atît de complex să fie perfect organizate.

În cadrul capitolului de față nu au fost prezentate modalitățile de organizare a „situațiilor de muncă", deoarece acestea au tangență cu domeniul organizării muncii, al sociologiei muncii, cu anumite laturi ale psihologiei. Dar trebuie menționat că, oricît de bune și perfecționate ar fi utilajele, ori cît de bine ar fi organizată aprovizionarea cu materie primă, combustibil, energie etc., ori cît de bune ar fi condițiile de mediu ambiant (temperatură, curenți de aer, nivel sonor), nu se va putea obține o performanță optimă dacă nu vor fi respectate și anumite cerințe de ordin mai subtil, cum ar fi aceea a *relațiilor dintre oameni*. Se au în vedere relațiile „pe orizontală", adică acelea dintre colegii de muncă și acelea „pe verticală", adică între executanți și șefii ierarhici. Chiar și o neînțelegere de moment pe orizontală sau verticală va produce modificări în starea psihică a omului, va genera una dintre situațiile de excitație sau inhibiție mai sus menționate (la un nivel neadecvat) și va conduce obligatoriu la „scăderea performanței". Este evident faptul că, în situația apariției unor stări conflictuale sau a unei stări cronice de insatisfacție, se va ajunge la o situație foarte puțin propice unei înalte productivități a muncii.

Considerînd „situațiile de muncă" ideale, în continuare se vor face referiri la posibilitatea îmbunătățirii performanței umane prin intermediul optimizării utilajului.

După cum s-a arătat, relația dintre om și obiectul muncii cuprinde două aspecte: intrarea în sistem și ieșirea din el. Concret, prin „intrare" se înțelege ansamblul informațiilor care, prin intermediul utilajului, este primit de la obiectul muncii, aflat în interacțiune continuă cu mașina și prin „ieșire" se înțelege totalitatea modalităților prin care este făcut utilajul să acționeze adecvat asupra obiectului muncii.

Pornind de la considerentele de mai sus, se vor căuta căile de îmbunătățire a relației dintre omul care deservește utilajul și dispozitivele de semnalizare, control și urmărire ale procesului tehnologic, care furnizează informațiile necesare și a relației dintre om și dispozitivele de acționare ale mașinii.

Nu va fi întocmită o „listă" de remedieri a inadvertențelor posibile, dar se va încerca sugerarea unui anumit mod de gîndire în situația de proiectare sau de remediere a unui utilaj.

Primul pas în această direcție ar fi acela ca proiectantul să se pună mereu în situația omului care deservește utilajul. Acest mod de lucru ar putea conduce la multe rezultate de valoare. Dacă se pune problema unui dispozitiv de semnalizare, de exemplu, întrebările care ar trebui puse sînt:

Scanned with OKEN Scanner

— Dispozitivul este astfel amplasat încît să poată fi urmărit ori de cîte ori acest lucru este necesar fără modificări ale posturii (fie că este vorba de o postură ortostatică sau șezîndă)?

— Dispozitivul este astfel conceput încît indicațiile sale să fie clare (din punctul de vedere al dimensiunilor semnalului și deci al efortului vizual pretins)? Se au în vedere dimensiunile cifrelor, grafia lor, raportul înălțime-lățime al cifrelor sau simbolurilor, culoarea lor, contrastul optic față de fond etc.

— Dispozitivul este astfel conceput încît indicațiile sale să fie ușor de înțeles? Trebuie urmărite: aspectul informațional și psihologic al problemei, claritatea semnificațiilor unor indicatoare și nivelul de „decodificare" pretins.

— Totalitatea dispozitivelor de semnalizare sînt grupate în mod logic pe suprafața utilajului? Întrebarea se referă la gruparea funcțională a dispozitivelor care trebuie urmărite concomitent sau la intervale apropiate, pentru evitarea unor situații de schimbare rapidă și continuă a poziției capului etc.

— Nu cumva s-a făcut exces de dispozitive de semnalizare, depășindu-se capacitatea senzorială sau chiar intelectuală a muncitorilor chemați să utilizeze mașina?

Punerea acestor întrebări ar fi premiza rezolvării adecvate a problemelor pe care le ridică proiectarea unui utilaj. Al doilea pas, mult mai pretențios, dar singurul capabil să conducă la conceperea unor utilaje de înalt nivel, este acela al folosirii tehnicii simulării. În situația proiectării dispozitivelor de control și semnalizare, se face o machetă a utilajului și apoi se fac diferite amplasamente ale elementelor menționate. Fiecare amplasament va fi urmat de o simulare a activității productive, în condițiile folosirii unui muncitor de înaltă calificare și prin testări complexe, fiziologice, psihologice. Prin urmărirea eficienței concrete a activității muncitorului, se va alege varianta optimă.

Dacă se fac referiri la „ieșirea" din sistem, adică la toate dispozitivele de comandă manuală, care permit omului să acționeze adecvat asupra utilajului și relației utilaj-obiectul muncii, problemele se vor pune într-un mod similar.

Întrebările ar fi următoarele:

— Amplasamentul dispozitivului de comandă este adecvat din punctul de vedere al constrîngerii posturale impuse omului? Se va urmări dispunerea în cadrul zonei normale sau maxime de lucru, amplitudinile aplecărilor sau torsiunilor trunchiului implicat, precum și numărul acestor mișcări.

— Forma și dimensiunile dispozitivului de comandă sînt adecvate? Forța necesară manipulării sau acționării dispozitivului este situată în limitele care evită travaliul static?

— Amplasamentul dispozitivului nu generează stînjenirea sau chiar lezarea mîinii care îl acționează datorită apropierii excesive de alte părți ale mașinii? Totalitatea dispozitivelor de acționare ale mașinii au un amplasament logic și operațional? Se fac referiri la amplasarea în zona normală de lucru a dispozitivelor celor mai frecvent utilizate.

Scanned with OKEN Scanner

După rezolvarea acestor probleme s-ar impune realizarea unor simulatoare, după modelul mai sus menționat, care să permită alegerea soluției optime.

Pe baza noțiunilor teoretice prezentate în acest capitol, se creează premiza ca proiectantul să realizeze în conștiință de cauză utilaje corespunzătoare, atît din punct de vedere tehnologic, cît și din punct de vedere al omului chemat să le utilizeze.

8.

ASPECTE
Psihologice în ergonomia mașinilor-unelte

8.1. Munca și aspectele ei psihologice

Nici un aspect al ergonomiei sau al disciplinelor care o compun nu poate fi abordat fără o referire, oricît de scurtă ar fi, la procesul de muncă. Această referire este necesară deoarece munca constituie, în ultimă instanță, obiectul de studiu și rațiunea de a fi a acestor științe. Ea nu poate fi desprinsă de dezvoltarea multilaterală a omului, de la apariția sa, constituindu-se într-un adevărat fundament al vieții omenești.

Se constată că munca este un schimb permanent de informații și acțiuni dintre om și obiectele asupra cărora acționează. Acest schimb are un caracter dinamic, deoarece materia transformată constituie la rîndul ei sursa unor noi acțiuni în care omul se implică solicitîndu-și mereu alte structuri ale organizării sale psihice și fizice. De altfel, această dinamică a interacțiunilor dintre om și obiectele muncii sale este și unul din factorii care asigură modificarea și dezvoltarea omului însuși. „Munca, se situează la nivelul interacțiunii dintre om și obiectele activității sale, ceea ce în termenii specifici disciplinei noastre înseamnă că munca constituie aspectul dinamic al sistemului om-mașină-mediu. Această interacțiune este importantă, deoarece demonstrează că în cadrul ei se produc modificări ale însăși naturii comportamentelor aflate în relație. Așa dar interacțiunea dintre om și mediul său de muncă este un proces continuu de acomodare și asimilare " [24].

Scanned with OKEN Scanner

În timpul activității, diferite procese și structuri psihice dobîndesc un caracter sintetic, de configurație, formînd un „tot", determinat de specificul acelei activități.

Această configurație, în care trăsăturile psihice au o pondere variabilă ca importanță, este mai complexă decît simpla însumare a acestor trăsături [17]. De exemplu, analizînd munca frezorului, se constată că în activitatea sa sînt implicate gîndirea, memoria, atenția, dexteritatea manuală etc. Simpla lor înșiruire poate să ne spună destul de puțin despre specificul psihologic al activității frezorului. De aceea, trebuie să luăm în considerare modul cum se îmbină aceste procese psihice în relația lor directă cu sarcinile de muncă concrete executate de frezor. Nivelul de importanță a fiecărui factor psihic poate să difere, în funcție de gradul de dificultate și complexitate a fiecărei sarcini și a instrumentelor de lucru prin care ea se realizează. Astfel în momentul cînd frezorul primește desenul piesei care urmează să fie prelucrată, și i se explică caracteristicile acesteia, în primul plan vor fi procesele intelectuale (gîndirea, atenția, memoria, imaginația). Atunci cînd trece la frezarea propriu-zisă, un rol important îl dobîndesc procesele motorii (dexteritatea manuală, coordoarea ochi-mînă) în interacțiune cu cele intelectuale, atenția și memoria, în special. Inspectîndu-și apoi piesa finită pentru detectarea unor eventuale defecte, dominant este simțul de observație.

Munca este domeniul de desfășurare a întregii personalități a omului: inteligență, emoții, voință etc. De aceea, este posibilă, și aceasta este o caracteristică importantă, ca produsul muncii să fie anticipat imaginativ. În funcție de acest lucru omul își orientează acțiunile, își mobilizează și canalizează întreaga sa energie atingerii scopului propus. Din cele spuse, reiese destul de ușor faptul că munca are un caracter conștient. Acest caracter nu trebuie înțeles numai ca un concept abstract raportat la muncă în general. Munca reprezintă o trebuință umană ce prezintă două laturi distincte: prima din aceste laturi o formează caracterul extrinsec al trebuinței. În acest caz, omul are de-a face cu datoria de a munci, impusă din afară. Activitatea este privită ca o necesitate prin care el își satisface nevoile sale materiale și de viață. Apare astfel o împărțire obligatorie: viața de muncă și viața din afara muncii. Cea de a doua latură o formează caracterul intrinsec al trebuinței. Acum, munca devine: „o necesitate interior deliberată, înțeleasă, conștientizată (.....), bazată pe o motivație consistentă și multilaterală, care se constituie ca un impuls interior de a munci" [35]. De cele mai multe ori, munca efectuată sub constrîngere generează insatisfacție, pe cînd munca pornită dintr-un imbold intern este o sursă de satisfacție.

Satisfacția-insatisfacția în muncă constituie o dimensiune a personalității umane, a cărei dezvoltare plenară o putem găsi numai într-o societate în care omul este proprietarul mijloacelor de muncă, conștient, de valoarea socială a produselor sale, societatea socialistă multilateral dezvoltată.

Un alt aspect care trebuie amintit referitor la conceptul de muncă este latura sa socială. Chiar dacă caracterul muncii impune desfășurarea sa individuală, aceasta nu înseamnă că ea se execută izolat. În procesul muncii, oamenii formînd principala forță de producție, stabilesc între ei legături cu caracter mai mult sau mai puțin operațional. Scopul stabilirii acestor

Scanned with OKEN Scanner

legături sau realizări umane este acela de a asigura continuitatea, eficiența și ameliorarea procesului productiv.

Relațiile umane apar în funcție de necesități și de situațiile concrete de muncă. Situația de muncă este cea care fixează omului limitele între care se poate mișca, îl orientează spre anumite tipuri de relații perceptive, comunicaționale, afective etc., dar „determinate și mediate de relația centrală dintre om și obiectul muncii, dintre el și obiectivul final al muncii" [35].

Din cele arătate mai înainte, rezultă ce este munca și importanța sa pentru om. De asemenea, au fost evidențiate și unele aspecte psihologice, intrinseci ale relației om-muncă, în perspectiva unei mai bune înțelegeri a paragrafelor care urmează.

8.2. Relația dintre psihologie și ergonomia mașinilor-unelte

La fel ca orice concept științific, și acela de sistem om-mașină a dobîndit pe parcursul timpului noi valențe, prin considerare și integrarea unor aspecte care înainte erau considerate marginale.

Astfel, acum se poate vorbi despre sistemul om-mașină-mediu, sistem care a dus la înglobarea unor cunoștințe din unele ramuri ale psihologiei, cum ar fi psihologia socială, care înainte erau mai puțin luate în considerare. Sistemul om-mașină-mediu este un ansamblu format din unul sau mai mulți oameni sau una sau mai multe componente fizice (mașini), care interacționează pe baza unui circuit informațional, în cadrul unei ambianțe fizice și sociale, în vederea realizării unui scop comun [24].

Se poate observa din această definiție, importanța naturii de interacțiune. Un sistem nu poate exista dacă componentele sale nu se află într-un permanent schimb de informații; mai mult, eficiența funcționării sistemului însăși este dependentă de existența acestei relații. Privit sub acest unghi, un sistem, nu poate fi abordat în nici un fel (analiză, simulare, proiectare) numai prin prisma uneia din componentele sale. Totuși, conceptul de sistem a fost cel care a reunit, cum s-a arătat mai sus, cunoștințele mai multor specialități și discipline științifice, foarte diferite sub raportul conținutului și scopului lor. Ergonomia integrează aceste cunoștințe și se definește ca știință. Încă nu există o profesiune de ergonom, deși în unele țări se fac eforturi de pregătire a specialiștilor în „factori umani", în acest sens fiind elaborat și un statut [33]. Formarea acestor specialiști este posibilă prin asimilarea de către aceștia a unor cunoștințe atît din științele despre om, cît și din științele tehnice. Sub acest aspect trebuie privită și prezența acestui capitol în carte. Relațiile dintre psihologie și ergonomie nu pot fi decît acelea dintre parte și întreg, dintre disciplină și știință.

Dacă în epoca timpurie a mecanizării, omul putea să stăpînească și să manipuleze relativ ușor mașinile, evoluția ulterioară a tehnicii a ridicat la un moment dat problema limitelor capacității umane. Desigur dintr-o primă fază, selecția și orientarea profesională au rezolvat lucrurile în mod satisfăcător, dar ulterior, cînd s-a ajuns la un înalt stadiu de complexitate a utilajelor,

Scanned with OKEN Scanner

a tît selecția cît și orientarea profesională, deși necesare, numai erau suficiente. Se impune o nouă orientare: adaptarea mașinii la om.

Psihologia a adus și continuă să aducă o contribuție importantă la rezolvarea acestei probleme. Ea a furnizat date tehnicilor, privind percepția, activitatea intelectuală, activitatea motorie și personalitatea operatorilor umani; cum se formează și ce dimensiuni trebuie să aibă cadranele și cifrele care indică gradațiile unei scale, pentru ca ele să poată fi citate rapid și precis? Care sînt cele mai optime modalități de comunicare dintre om și mașină? Care sînt regulile de amplasare spațială a comenzilor? Colaborarea dintre psihologie și tehnică în căutarea celor mai adecvate răspunsuri la aceste întrebări a dus la apariția psihologiei inginerești. Psihologia inginerească este o subramură principală a ergonomiei și urmărește prezentarea cerințelor psihologice față de proiectarea și conducerea diferitelor mașini, repartizarea corectă a sarcinilor în sistemul om-mașină [40]. În cadrul ergonomiei de corecție, psihologia inginerească analizează caracteristicile cadranelor și contoarelor la mașinile existente în vederea obținerii cît mai rapide și exacte a informației, a comenzilor și spațiilor dintre ele, pentru ca omul care le mînuiește să efectueze mișcări cît mai precise și cu minimum de efort, propunînd modificări în acest sens.

Într-o întreprindere productivă omul nu lucrează izolat. În funcție de necesitățile locului său de muncă, el intră în interacțiune cu alți muncitori sau superiori. Problemele legate de relația individ-colectivitate, orientată spre îndeplinirea scopurilor productive, formează obiectivul de studiu al *psihologiei sociale industriale și organizaționale*. Un strungar sau un frezor intră în relație cu maistrul, de la care primește instrucțiunile de lucru, cu alți colegi, în funcție de situațiile concrete apărute, cu membrii echipei de întreținere, fiind deseori nevoit să se ocupe chiar de probleme de aprovizionare ale locului de muncă cu materiale corespunzătoare. Desigur, în cadrul activității desfășurate la mașinile-unelte, munca are un caracter oarecum individual, dar, în unele momente ale sale, ea rămîne dependentă de colaborarea cu ceilalți membri ai colectivității. Organizarea, îndrumarea și supravegherea adecvată acestui colectiv constituie un aspect important al eficienței sistemului om-mașină-mediu, asigurînd în același timp un climat psihologic favorabil.

Considerarea relației om-mediu social ca o verigă a sistemului ridică implicit problema personalității umane. Deși în analiza directă a sistemului, studiul personalității ar putea să apară marginal, el ocupă un rol important, deoarece poate răspunde la problemele legate de adaptarea, reușita sau eșecul profesional. *Psihologia personalității* contribuie la buna funcționare a sistemului, furnizînd date relevatoare privind factorii aptitudinali, factorii motivaționali și cei atitudinali ai operatorilor. Dacă primii sînt implicați direct în manipularea mașinilor-unelte, ceilalți ar putea explica satisfăcător și modifica, în același timp, o serie de fenomene cum ar fi absenteismul și fluctuația. În sfîrșit, utilizînd datele obținute prin studierea creativității, se poate ajunge deseori la soluții originale privind proiectarea unor sisteme noi sau la îmbunătățirea caracteristicilor în sistemele existente.

Scanned with OKEN Scanner

8.3. Factorii psihologici implicați în manipularea mașinilor-unelte

S-a arătat mai sus că omul reprezintă principala componentă a sistemului om-mașină-mediu. La rîndul său, el reprezintă un sistem, iar raportarea sa la un model de tip cibernetic oferă posibilitatea prezentării și analizării caracteristicilor sale psihologice din perspectiva teoriei informației [17].

În abordarea sistemică a proceselor psihice este însă necesară sublinierea caracterului lor dinamic, relațional. Unei diferențieri și specializări a componentelor ansamblului psihic-cognitiv, afectiv, motor, motivațional, îi corespunde amplificarea relațiilor de interdependență dintre ele. Extragerea, prelucrarea și păstrarea informației se întrepătrund cu procesele afective, cu elementele motivaționale ale comportamentului, fiind totodată influențate de structurile temperamentale și caracterele, înnăscute sau dobîndite [39].

Pentru claritatea expunerii și ușurința înțelegerii proceselor psihice implicate în activitatea omului în sistem, s-a preferat prezentarea lor distinctă ca factori cognitivi, factori motori, factori de personalitate și motivaționali.

8.3.1. **Factorii cognitivi.** Activitatea cognitivă în cadrul căreia omul efectuează mai multe operații diferite a fost sintetizat, în principal, sub forma funcțiilor informaționale îndeplinite de operatorul uman în sistem. Funcțiile informaționale, asigură o continuă transformare a informațiilor, de la recepționarea lor pînă la activitatea de răspuns (reacția). Prima verigă în lanțul acestor transformatori o constituie recepționarea informației. Ea se realizează prin procesele perceptive, fiind implicate, în funcție de complexitatea sa, memoria și gîndirea.

Activitatea de recepție este direct influențată și de o serie de factori care țin de starea de moment a subiectului, cum ar fi atitudinea de așteptare, de caracteristicile sale temperamentale, de experiența sa etc. De asemenea, ea mai depinde de frecvența de apariție a semnalelor, de însușirile lor fizice. Sesizarea semnalelor este legată de starea organelor de simț, orientarea lor spre surse. Diferențierea și identificarea obiectului sau a semnalului implică învățare, constituirea de etaloane mintale, fiind în același timp condiționate de raportul dintre capacitatea individului și complexitatea sarcinilor de muncă, precum și de cantitatea de informație [24].

În cadrul recepționării informațiilor, operațiile de bază sînt: *detectarea, discriminarea, identificarea* și *interpretarea* semnalelor.

Prin *detectare,* operatorul sesizează apariția unui semnal în cîmpul informațional, al sistemului. Operația este de tip dichotomic, în care răspunsul este fie „da", fie „nu". Pentru realizarea detectării este importantă cunoașterea caracteristicilor semnalelor cum ar fi intensitatea, durata, forma, poziția spațială, dimensiunea lor precum și contrastul dintre semnal și fond. De asemenea, o detectare optimă este asigurată și de particularitățile psihofizice ale individului (sensibilitate, experiență etc.).

Contrastul semnal-fond asigură reducerea timpului detectării și, implicit, trecerea la celelalte operații perceptive care se realizează mult mai ușor și mai rapid. Valoarea contrastului se poate modifica în funcție de mărimea semna-

Scanned with OKEN Scanner

lului. Astfel, semnalele mici, pentru ca să poată fi depistate la fel de rapid cu cele mari, trebuie să aibă un contrast mai puternic, în cazul în care iluminatul se menține constant. Un factor, nu lipsit de importanță, care afectează contrastul, este culoarea. Pentru asigurarea unui contrast corespunzător, culoarea este un indiciu eficient, prin influența pe care o are asupra preciziei și rapidității căutării semnalelor [39]. După unele cercetări cel mai mare contrast se realizează prin combinarea culorilor albastru cu alb, negru cu galben, verde pe alb, negru pe alb. Acest contrast se referă la materialul tipărit.

Poziția spațială a semnalelor reprezintă un alt factor care influențează eficiența detecției. S-a constatat că semnalele situate la periferia cîmpului operațional sînt detectate mai slab. Acest lucru a dus la recomandarea ca semnalele mai importante să fie plasate cît mai în centrul cîmpului de lucru, iar semnalele cu importanță redusă să fie orientate spre marginea acestuia. De asemenea, probabilitatea de sesizare este mult îmbunătățită dacă semnalele sînt plasate în partea stîngă a cîmpului informațional.

Mărimea semnalelor s-ar părea că nu joacă un rol deosebit în detecție, decît în măsura în care mărind densitatea acestora îngreuiază procesul de căutare.

Operația de detectare este ușurată de plasticitatea proceselor psihice ale omului. Acesta învață repede, de exemplu, structura statistică a semnalelor și se poate adapta rapid la frecvența lor de apariție, regulată sau neregulată. Practica profesională poate modifica pragurile absolute ale analizatorilor, mărind procentajul detecției și micșorînd riscul de a greși.

Discriminarea semnalelor este o altă operație a recepționării informației, prin care operatorul uman realizează un proces de diferențiere a unui semnal de altele, de zgomot și de elementele perturbatoare de fond.

Discriminarea se realizează cu atît mai repede, cu cît gradul de distingere al stimulilor este mai mare. În acest sens, în psihologia industrială se introduce noțiunea de „prag diferențial operativ". Acesta reprezintă rapiditatea și precizia maximă cu care este recepționată informația și este definit de fiecare situație în parte. Orice semnal care apare în timpul funcționării sistemului are unul sau mai mulți indici distinctivi. Numărul acestor indici este important, deoarece influențează gradul de discriminabilitate. Cu cît numărul lor este mai mare, cu atît se mărește timpul de recepționare a informației și scade nivelul preciziei. Pe de altă parte, o serie de cercetări efectuate în acest sens au arătat că repetarea constantă a acelorași semnale și menținerea unei relații uniforme între indicii distinctivi poate să ducă la obținerea unui rezultat invers: cu cît numărul indicilor distinctivi este mai mare, cu atît semnalele pot fi diferențiate mai ușor unele de altele.

Identificarea semnalelor înseamnă recunoașterea lor și este o operație mintală de clasificare, prin care se stabilește categoria căreia îi aparțin semnalele recepționate. Numărul acestor categorii este variabil, posibilitățile de identificare cele mai mari fiind oferite de poziția spațială a stimulilor (pot fi identificate 10—15 poziții). Unul din factorii care influențează eficiența identificării este forma semnalelor. Astfel, G. Aeluisi și P. Müller, efectuînd

Scanned with OKEN Scanner

cercetări asupra formei semnalelor, au constatat că cel mai rapid și precis sînt identificate cifrele, apoi semnalele în formă de linii drepte. Identificarea cea mai slabă se produce în cazul simbolurilor colorate și a semnalelor în formă de clipsă [39]. În ceea ce privește identificarea cifrelor, este recomandabil ca gradul de complexitate al lor să fie cît mai redus. Cele spuse pînă acum au o directă aplicabilitate în proiectarea și construirea mașinilor-unelte, atunci cînd în dreptul diferitelor gradații apar cifrele indicatoare. Este preferabil ca în conturul acestora să nu fie incluse liniile curbe care, mărind asemănarea dintre ele, îngreuiază rapiditatea și precizia identificării.

Recunoașterea semnalelor este puternic influențată de nivelul lor de discriminare. O serie de elemente, cum ar fi înălțimea semnalelor, grosimea liniei, distanța de recepționare sînt direct implicate în operațiile de identificare și discriminare [39], cu repercusiuni asupra procesului de citire a gradațiilor.

De asemenea, o stilizare exagerată a unor cifre sau a altor tipuri de indicații îngreuiază mult procesul de recepționare a informației sau, mai grav, poate determina apariția unor confuzii cu repercusiuni asupra produsului muncii. Stilizările apar în cazul unor mașini-unelte de o mai mare complexitate, unde proiectantul și constructorul sacrifică eficiența în favoarea unei prezentări mai estetice a unor indicatori. Astfel, la strungul SNA 400, cifrele care indică poziția manetei de selectare a avansurilor au o formă stilizată, caracterizată printr-o lățime disproporționat de mare raportată la celelalte dimensiuni. În felul acesta, unele cifre ajung să semene foarte mult pînă la confuzie (cazul cifrelor 6 și 8). La timpul potrivit s-a propus înlocuirea acestor cifre cu altele, corespunzătoare normelor ergonomice.

S-a arătat mai sus importanța pe care o prezintă, pentru recepția rapidă și precisă a informațiilor, poziția spațială a unor semnale. Amplasarea întîmplătoare sau după alte criterii decît cele ergonomice a unor cadrane și tabelei indicatoare duce, printre altele, la apariția mai rapidă nu numai a oboseli psihice, dar și a celei fizice. Acest lucru poate fi exempilificat prin poziția tabelului cu cifrele indicatoare ale avansurilor de la strungurile SNA 400 și SNA 360, al cărui amplasament a fost prea jos în raport cu înălțimea medie a populației din România. Acest lucru făcea ca citirea acestuia să fie incomodă, atît datorită unor mișcări inutile ale corpului (aplecării la 90°), cît și a unghiului de citire creat între direcția normală a privirii și direcția în care a fost amplasat tabelul. Pentru înlăturarea acestui inconvenient, s-a propus amplasarea tabelului pe panoul de comandă, aflat pe partea superioară a păpușii fixe. În această situație, direcția de citire va coincide cu axa privirii normale în postură ortostatică.

Deși sistemul, în care mașina-unealtă este o componentă, nu este un sistem complex, în care să fie necesară elaborarea unor strategii de căutare a informației sau de formare a unor deprinderi, este necesară scoaterea în evidență a unora din elementele mașinii, creîndu-se astfel posibilitatea ca ele să fie identificate mai rapid. În cazul strungurilor menționate mai sus, dispozitivele de comandă situate pe păpușa fixă puteau fi ușor confundate, după formă și culoare, cu alte dispozitive avînd o destinație diferită. S-a propus evidențierea mai pregnantă a butoanelor de comandă de pe păpușa fixă prin montarea unei măști prevăzută cu orificii corespunzătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Interpretarea semnalelor este o operație prin care se realizează înțelegerea semnificației semnalelor. Înțelegerea semnalelor se realizează prin intermediul unor procese psihice, cum ar fi: reprezentările, asociațiile comparării, decizii. Printre factorii care ușurează interpretarea, pot fi menționați: experiența anterioară, capacitatea de selectare a informației și de anticipare a evenimentelor etc. [24].

Interpretarea semnalelor reprezintă ultima fază a procesului de recepționare a informațiilor. Odată recepționată, informația suferă transformări calitative, concretizate prin apariția unor informații noi. Pentru realizarea acestor transformări, este necesar însă ca semnalele să fie stocate și prelucrate.

Stocarea informației se realizează prin intermediul memoriei de scurtă durată și a memoriei de lungă durată. În cazul memoriei de scurtă durată, stocarea informației se face pentru un timp scurt, ea urmînd să fie apoi folosită pentru o situație de muncă specifică. Memoria de scurtă durată este implicată în efectuarea unor sarcini de muncă imediate, operative, motiv pentru care mai este cunoscută sub denumirea de memorie operativă.

Volumul de acumulare a memoriei operative este relativ redus. Subiectul poate să rețină 3—5 variabile, care trebuie urmărite continuu. Creșterea numărului de semnale, care trebuie păstrate în memoria de scurtă durată, duce la scăderea eficienței operatorului. De asemenea, modificări frecvente în timp ale informațiilor, sau schimbări dese a valorilor unor semnale, afectează precizia operațiilor memoriei operative. Pentru a mări posibilitățile de acțiune ale acesteia, se impune gruparea semnalelor în anumite configurații pe baza unor aspecte de asemănare comune.

Memoria de lungă durată asigură păstrarea informației pe un timp îndelunat și are posibilitatea să înmagazineze un volum foarte mare de semnale, practic nelimitat. Memoria de lungă durată este rezultatul experienței, al învățării. Se observă în acest caz că nu toată informația din stimul determină reacția, ci numai acea parte care corespunde scopului propus și care se organizează în plan intern, sub forma modelelor [24]. Aceste modele, denumite modele conceptuale, sînt implicate direct în rezolvarea situațiilor problematice și în urmărirea modului de desfășurare a procesului în cadrul sistemului. Din acest motiv, formarea lor adecvată capătă o mare importanță în pregătirea personalului operativ [29].

Rolul memoriei este deosebit de important în asigurarea eficienței umane, în cadrul sistemului, deoarece, prin intermediul ei, are loc o permanentă confruntare și comparare a semnalelor informaționale, pregătindu-se în felul acesta răspunsurile muncitorului. Importanța memoriei se poate observa mai ales la apariția unor situații de urgență, neprevăzute, sau chiar în cazul unor dificultăți de mai mică importanță cînd, de obicei, muncitorul se comportă ca și cum ar fi uitat anumite cunoștințe sau unele principii elementare de funcționare a sistemului. În aceste situații de stress profesional, memoria nu este desigur singurul proces psihic tulburat. În acest caz, tulburarea poate să cuprindă toți factorii cognitivi, începînd cu recepționarea informației care se produce în mod eronat și pînă la luarea deciziei de acțiune.

Între procesul recepționării informațiilor și răspunsuri, se intercalează factori mediatori care fac legătura dintre cele două tipuri de activități. Dacă

Scanned with OKEN Scanner

în producția automatizată, recepționării informației și proceselor mediatoare le revine un rol preponderent, în producția mecanizată acest lucru este mai puțin evident. Totuși, în condițiile în care se asistă la o creștere foarte mare a complexității mașinilor acționate direct de lucrători, rolul proceselor intelectuale în cadrul acestor sisteme începe să contrabalanseze pe cel al factorilor motori și perceptivi. Prelucrarea informației este unul din factorii cognitivi, care determină actul motor de răspuns și care antrenează unul din cele mai importante procese psihice: gîndirea. Mai jos se arată cum se manifestă gîndirea în activitatea de muncă [10]. Muncitorul compară rezultatele muncii sale cu normele tehnice, produsul muncii cu etalonul, abaterile cu toleranțele admise. Totodată se analizează și sintetizează totalitatea elementelor percepute direct în cazul industriei mecanizate, ajungîndu-se la generalizări de tipul raționamentului inductiv. Pe baza generalizărilor, se ajunge la abstractizări și se trag concluzii valabile pentru o întreagă categorie de situații. În alte situații, se impune operația de concretizare, operație deductivă, prin care, pe baza cunoașterii unor principii generale de funcționare a mașinii, se emit ipoteze asupra cauzelor unor fenomene. În munca industrială apare necesitatea efectuării unor calcule, deci operarea cu mărimi exacte, de genul dimensiunilor pieselor, toleranțelor etc. Acestea fac apel la gîndirea abstractă. Utilizarea unor grafice, desene, scheme, fac apel la gîndirea intuitiv-concretă. Se găsesc în această descriere aproape toate componentele gîndirii, așa cum se manifestă ele direct în procesul muncii: comparare, analiză, sinteză, generalizare, abstractizare etc.

În primele faze ale dezvoltării psihologiei muncii, și nu numai atunci, s-a vorbit mult despre existența gîndirii concrete, practice, care a devenit apoi gîndire tehnică, sau, după unele cercetări, gîndire operativă. Gîndirea operativă cuprinde însă un diapazon larg de activități, care alături de aspectul tehnologic, include și aspecte organizatorice, (planificare, control, relații umane) [10].

Odată prelucrată informația, are loc ultima fază a activității cognitive desfășurate de om în cadrul sistemului: decizia.

Decizia este o operație intelectuală de alegere între mai multe posibilități de acțiune. Pentru a lua o decizie, omul trebuie să dispună de cunoștințele referitoare la situația în legătură cu care trebuie să decidă. În funcție de natura situației, se poate lua, fie o singură decizie, fie mai multe decizii, care însă sînt strîns legate între ele. Aceste situații pot avea un grad de complexitate diferită, după numărul de alternative, cantitatea de informație disponibilă referitoare la posibilitățile de realizare a evenimentelor, restricții impuse, riscuri etc. [24]. De asemenea, decizia poate fi luată într-o situație f a m i l i a r ă, cu toate datele cunoscute, sau într-o situație a t i p i c ă în care sînt cunoscute numai o parte din date. Situația în care toate datele sînt necunoscute este o situație nouă și apare sub forma unor probleme.

8.3.2. **Factorii motori.** Ciclul de transformare a informației are ca ultimă verigă acțiunea efectorie, de execuție propriu-zisă. Aceasta se realizează prin intermediul componenței fizice a omului, care efectuează acționarea directă a instrumentului de lucru sau a dispozitivelor de comandă. Eficiența

Scanned with OKEN Scanner

manipulărilor dispozitivelor de comandă este determinată de caracteristicile aparatului motric al omului, de cunoașterea rezultatelor acționărilor, de legătura dintre sarcinile motrice ale omului și construcția dispozitivelor de comandă.

În funcție de caracterul sarcinilor îndeplinite de om în cadrul sistemului, acționările pot fi: reacții simple de tipul pornire-oprire sau comutare, mișcări repetitive de tipul apăsării sau rotirii; mișcări de dozare; reacții continue de urmărire. Aceste acționări se deosebesc prin implicarea diferențiată a mișcărilor cu funcții de execuție, prin caracterul deosebit al reglării senzorio-motorii, prin forma mișcărilor executate [39]. Pentru analiza adecvată a actelor motrice ale omului în cadrul sistemului om-mașină, este necesară utilizarea unor criterii adecvate: rapiditatea acțiunii, precizia acțiunii, forța necesară acțiunii, costul energetic al activității, analiza biomecanică etc. Se disting cinci grupe de mișcări [32] a) mișcări de poziționare; b) mișcări repetative; c) mișcări continue; d) mișcări seriale; e) adaptarea statică.

O mișcare de poziționare este aceea în care o parte a corpului se mișcă dintr-o poziție specifică spre alta. Mișcările repetative sînt acelea în care una și aceeași mișcare este repetată în mod succesiv. Mișcările continue sînt acelea în care există un permanent control al unui anumit tip de mișcare. Mișcările seriale includ serii de mișcări relativ separate, independente, care formează o secvență.

8.3.3. **Factorii de personalitate și motivaționali.** Personalitatea înseamnă însuși omul și realitatea nu face nici o distincție între diversele compartimentări, structuri, factori sau trăsături, în care ea a fost subîmpărțită în scopul cercetării. Toate părțile personalității separate ad-hoc se află într-o strînsă și dinamică interdependență în viața de toate zilele și numai decuparea unei anumite secvențe de activitate cu observarea atentă a implicării umane în ea a putut să conducă la tratarea separată a diverselor aspecte ale ei.

Personalitatea umană a fost și este mult studiată, atît sub aspectele sale temperamentale, caracteriale și factoriale, cît și sub cele psihosociale, relaționale mai ales. Care din aceste aspecte ar fi mai importante pentru relația om-mașină-mediul? Este o întrebare al cărei răspuns implică o greutate deosebită, deoarece, sub o formă sau alta, sînt implicate toate aspectele menționate. Structura temperamentală este mai evident legată de viteza și precizia recepționării semnalelor și de activitatea de răspuns.

Studiul factorial al personalității a permis desprinderea, prin intermediul analizei statistice, a unui număr variabil de factori, care explică structura personalității, sub toate formele menționate. Astfel, H. J. Eysenck izolează doi factori importanți pe care-i numește Extraversiune — Intraversiune și Nevrozism. Extraversiunea caracterizează indivizii expansivi, impulsivi, neinhibați, cu numeroase contacte sociale. Ei participă deseori foarte activ la activitățile de grup. Extravertatul acționează, de multe ori, sub impulsul momentului. Este puțin exigent, îi place schimbarea și nu se îngrijorează prea repede. Îi place mișcarea și acțiunea și își pierde repede sîngele rece. Nu are întotdeauna un bun control asupra sentimentelor sale, și în general, este o persoană pe care nu se poate baza nimeni. Nevrozismul caracterizează indivizii cu labilitate emoțională și hiperreactivi. Aceștia sînt, din punct de

Scanned with OKEN Scanner

vedere emoțional, foarte sensibili și revin greu la starea normală după un șoc psihic. Se plîng mereu de diverse tulburări somatice și sub efectul stressului sînt predispuși spre dezorganizări psihice de tip nevrotic.

Personalitatea este în strînsă legătură și cu motivația muncii. Există o mare diversitate de motive considerate a constitui o adevărată forță motrice a omului în activitatea de muncă. Sociologul C. Zamfir le-a sistematizat, găsind două forme principale de motivație: motivații interioare și motivații exterioare.

Motivațiile interioare conțin motivele apărute din însăși activitatea depusă: utilitatea socială a muncii, satisfacția de a practica activitatea respectivă, satisfacția de a inventa, organiza, de a conduce și de a lucra cu alți oameni. Sînt incluse aici, două caracteristici fundamentale ale personalității umane. Fiind o ființă socială, omul este orientat altruist. Efectuînd un anumit tip de activitate, el se gîndește la utilitatea acelei activități pentru întreaga colectivitate. Omul este însă și o ființă dotată cu capacități și valențe, a căror realizare este o trebuință psihologică. Omul, în timpul muncii, simte nevoia autorealizării.

Motivațiile exterioare includ motivele care nu țin de activitatea propriu-zisă: cîștigul, sancțiunea, critica etc.

Tipurile de motivație despre care s-a vorbit determină o eficiență productivă diferită. În general, cînd celelalte condiții sînt egale, motivația interioară este mai eficace decît cea exterioară. De asemenea, există activități care pot fi îndeplinite cu orice tip de motivație, ele diferențiindu-se totuși sub aspectul calitativ al produsului. Gradul de complexitate a muncii, implicînd creativitate și un nivel calitativ superior, determină o eficiență crescută a motivației interioare, cele exterioare avînd o eficiență redusă.

8.4. Determinarea factorilor psihologici în proiectarea mașinilor-unelte

Informații privind factorii psihici în proiectare pot fi obținute din mai multe surse, cum ar fi: documente, instrucțiuni, stasuri, analiza erorilor, analiza sarcinilor. Întrebările pe care trebuiè să și le pună proiectantul atunci cînd efectuează analiza sarcinilor sînt următoarele [33]:

1. **Funcții/sarcini:**

A. *Funcțiile/ sarcinile care trebuie îndeplinite de operator nu depășesc posibilitățile acestuia?* Solicitările trebuie considerate în următoarele funcții: senzorial/ perceptual, motor, luarea deciziei, comunicarea.

B. *Caracteristicile sarcinii nu solicită excesiv operatorul?* a) durata sarcinii; b) frecvența sarcinii; c) feedback-ul informațional; d) precizia; e) probabilitatea erorii; f) solicitări simultane în mai multe sarcini.

2. **Mediu:**

A. *Evenimente care cer reacția operatorului:* a) rapiditatea cu care se produc (sînt prea rapide?); b) numărul lor (sînt prea multe?) ; c) persistența

Scanned with OKEN Scanner

(durează prea puțin?); d) mișcarea (excesivă?); e) intensitatea (prea slabe pentru a fi percepute?); f) structurarea (configurația în care apar) poate fi prevăzută?

3. **Echipament:**

A. *Solicitările informației prezentate în sistem:* a) prea multă pentru a fi asimilată? b) este dificil de a percepe, discrimina și urmări semnalele? c) pretinde o reacție excesiv de rapidă din partea operatorului? d) sînt prea multe semnale, solicitînd astfel excesiv memoria operatorului?

B. *Solicitări motorii:* a) mișcările pretinse sînt excesiv de fine? b) se cere prea multă forță? c) trebuie să reacționeze foarte repede? d) sînt prea multe mișcări pentru a putea fi efectuate într-o secvență?

Răspunsurile date întrebărilor din această listă îi pot da proiectantului o serie de informații foarte utile, referitoare la factorii psihologici implicați în acționarea mașinii care se proiectează, oferind în același timp o imagine aproximativă privind dozarea lor.

9.

ZGOMOTUL
Mașinilor-unelte și nocivitatea sa

9.1. Caracteristicile generale ale zgomotului

9.1.1. **Cîmpul acustic al mașinilor-unelte.** Tendința actuală în construcția de mașini-unelte, privind creșterea vitezei de așchiere și a rezistenței la uzură, favorizează mărirea intensității fenomenelor dinamice care însoțesc funcționarea acestei categorii de mașini de lucru. Fenomenele dinamice de contact, de tipul frecărilor, ciocnirilor și șocurilor, ce se desfășoară în cuplurile cinematice, mecanismele și motoarele de acționare ale lanțurilor cinematice, provoacă apariția unor vibrații într-un domeniu larg de frecvențe. Aceste vibrații se transmit prin intermediul organelor, carcaselor sau direct mediului înconjurător, creîndu-se astfel în jurul mașinii-unelte un cîmp acustic complex. Caracteristicile cîmpului acustic depind de energia surselor de vibrații și de proprietățile acustice ale încăperii în care funcționează mașina-unealtă.

Acest cîmp acustic formează „ambianța sonoră" în care lucrează personalul care lucrează la mașinile-unelte. O parte din vibrațiile acustice, componente ale cîmpului acustic respectiv, care provoacă o senzație sonoră ne-

Scanned with OKEN Scanner

plăcută omului, formează zgomotul. În acest fel, zgomotul se definește ca un fenomen vibratoriu complex, ale cărui componente nu sînt definite precis și care provoacă omului senzații sonore neplăcute.

Așa se explică faptul că zgomotul a devenit un indicator caracteristic pentru aprecierea calității mașinilor-unelte, exigențele în această privință fiind din ce în ce mai ridicate.

Problema atenuării zgomotului mașinilor-unelte este impusă, între altele, și de tendința actuală de îndesire continuă a utilajelor pe suprafețe de producție din ce în ce mai reduse. În acest caz, cîmpurile acustice provenite de la diferite mașini-unelte se suprapun și astfel intensitatea zgomotului rezultant poate atinge nivele inadmisibile pentru manevrarea în condiții normale a mașinilor.

9.1.2. **Noțiuni specifice.** Forța unui zgomot se poate exprima prin una din mărimile următoare: a) intensitatea, I: b) nivelul de presiune acustică, L_p; c) nivelul de putere acustică, L_w.

Fluxul de energie acustică, care străbate unitatea de suprafață, perpendiculară pe direcția de propagare a zgomotului, constituie intensitatea acustică în punctul respectiv. Valoarea ei este dată de expresia:

$$I = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T}\int_0^T pv\,dt = \frac{\bar{p}^2}{\rho c}, \tag{9.1}$$

în care p reprezintă presiunea acustică, în N/m²; v — viteza de propagare a undei sonore, în m/s; $\bar{p}$ — valoarea medie a presiunii acustice pentru timpul T, N/m²; ρ—densitatea mediului de propagare, kg/m³; c — viteza sunetului prin acel mediu, m/s. Produsul $\rho \cdot c$ constituie impedanța mediului prin care are loc propagarea zgomotului și cunoașterea ei are o deosebită importanță pentru izolarea fonică.

În practică, nivelul intensității acustice L_I se reprezintă pe scara logaritmică și valoarea sa, exprimată în decibeli (dB), este dată de relația:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}\,[\mathrm{dB}], \tag{9.2}$$

în care I este intensitatea acustică măsurată, iar I_0 — intensitatea acustică de referință (la propagarea în aer $I_0 = 10^{-12}$ W/m²).

Deoarece urechea omenească și unele aparate acustice nu sînt sensibile față de intensitate, ci față de media pătratică a presiunii acustice, se introduce noțiunea de nivel al presiunii acustice, dat de relația:

$$L_p = 10 \lg \frac{\bar{p}^2}{p_0^2} = 20 \lg \frac{\bar{p}}{p_0} \approx 20 \lg \frac{p}{p_0}\,[\mathrm{dB}] \tag{9.3}$$

în care p este presiunea acustică măsurată, iar p_0 — presiunea acustică de referință (în cazul propagării în aer, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m²).

Scanned with OKEN Scanner

Nivelul de putere acustică se determină cu relația:

$$L_w = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ [dB]}, \tag{9.4}$$

în care P este puterea acustică măsurată, iar P_0 — puterea acustică de referință ($P_0 = 10^{-12}$W).

Funcție de senzația auditivă produsă, sunetele și zgomotele pot fi eșalonate pe o scară progresivă de la „slab" la „puternic", definindu-se astfel noțiunea de tărie. Tăria zgomotelor depinde de nivelul presiunii acustice, de frecvența și componența lor spectrală.

Pentru aprecierea nivelului de tărie, se efectuează compararea subiectivă a zgomotului măsurat cu sunetul etalon avînd frecvența de 1000 Hz. Unitatea de măsură utilizată pentru stabilirea nivelului de tărie („izofonie") este fonul (f). Nivelul de izofonie al unui zgomot este de n foni, cînd el este perceput de un observator de referință cu aceeași intensitate ca un sunet de 1000 Hz, al cărui nivel de presiune acustică este de n decibeli (dB).

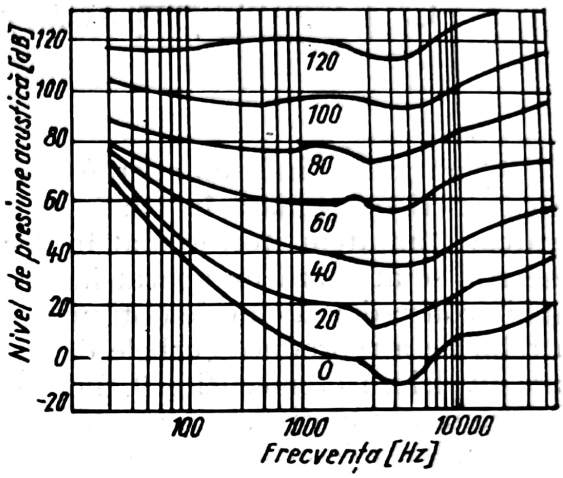


Fig. 9.1

În fig. 9.1 sînt reprezentate curbele de nivel egal de tărie, stabilite pentru sunete pure, care se propagă sub formă de unde plane spre ascultător, într-un cîmp liber.

În vederea estimării subiective a tăriei zgomotului, s-a introdus scara în soni (S). Tăria unui zgomot, exprimată în soni, este numărul care arată de cîte ori acel zgomot este apreciat de către un ascultător otologic normal mai intens decît un sunet pur la 1000 Hz și 40 foni. Scara sonilor este derivată din scara fonilor după relația:

$$S = 2^{\frac{f-40}{10}}, \tag{9.5}$$

unde f reprezintă nivelul de tărie, exprimat în foni.

9.1.3. **Măsurarea zgomotului.** Zgomotul este definit prin parametrii fizici care-l caracterizează (intensitatea, presiunea acustică, spectrul de frecvențe, variația în timp a nivelului zgomotului) și care pot fi determinați prin măsurători acustice.

Măsurarea zgomotului se face în scopul reducerii nivelului său pentru evitarea efectului nociv care-l produce asupra organismului omului. De aceea, este necesar ca datele măsurătorilor să redea atît aspectele fizice, cît și cele fiziologice ale zgomotului. În acest scop, aparatele de măsurat posedă dispozitive corectoare, care reproduc caracteristicile auzului omului otologic normal

Scanned with OKEN Scanner

și care oferă posibilitatea comparării mărimilor fizice din punct de vedere fiziologic.

Pentru măsurarea zgomotului, sînt utilizate două categorii de aparate:

— aparate de atelier, de tip fonometru, care măsoară nivelul intensității zgomotului prin intermediul presiunii acustice;

— aparate de investigație științifică, utilizate în studiul și analiza surselor de zgomot.

Fonometrele sînt construite pe baza schemei de principiu prezentată în fig. 9.2.

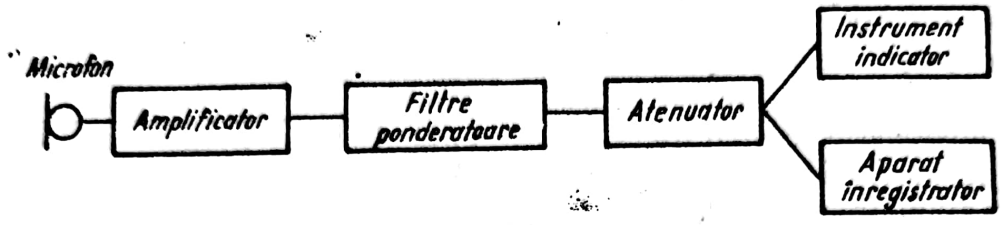


Fig. 9.2

Aparatul cuprinde un microfon, de obicei cu condensator, un amplificator cu caracteristică liniară în banda uzuală de frecvențe, un set de filtre ponderatoare, un atenuator, gradat în decibeli, și un instrument indicator căruia deseori, i se atașează un aparat înregistrator. Pentru ca aparatul să furnizeze date în concordanță cu cele obținute prin audiție directă, filtrele ponderatoare au rolul de a reproduce curbele de sensibilitate a urechii umane, corespunzătoare nivelelor izofonice (fig. 9.1) de 40, 70, 100 și peste 100 foni.

Prima caracteristică, numită și curba *A*, corespunzătoare curbei izofone de 40 foni, se folosește atunci cînd se măsoară zgomote al căror nivel de tărie se situează sub 55 foni. A doua caracteristică numită curba *B*, corespunzătoare curbei izofone de 70 foni, se aplică pentru măsurarea zgomotelor cu nivele de tărie cuprinse între 55 și 85 foni. Cea de a treia caracteristică, numită curba *C*, este folosită pentru nivele de tărie aflate între 85 și 100 foni. Cea de a patra caracteristică, numită curba *D*, este aplicată pentru zgomote a căror tărie depășește 100 foni.

Normele referitoare la zgomotul produs de mașinile-unelte impun măsurarea zgomotului în dB(*A*). Decibelul *A* sau dB(*A*) corespunde, în mare măsură, curbei de sensibilitate a auzului omenesc la un nivel sonor normal.

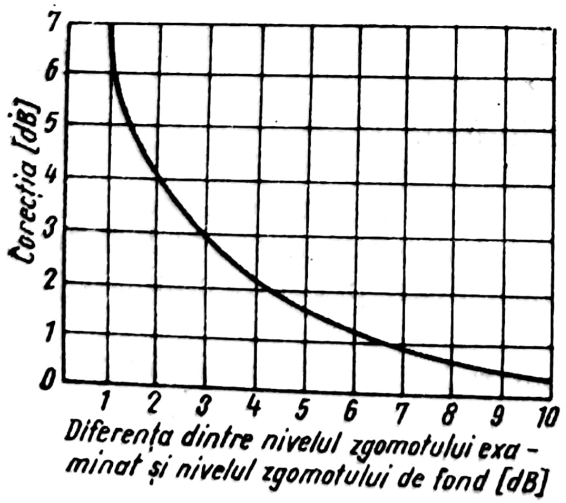


Fig. 9.3

La măsurarea zgomotului produs de o mașină-unealtă, situată într-un mediu în care există un zgomot de fond, valorile indicate de fonometru sînt corecte numai dacă nivelul de presiune al zgomotului de fond este cu cel puțin 10 dB mai scăzut decît cel emis de mașina-unealtă.

Nerespectarea acestei condiții impune efectuarea unor corecții, indicate pe graficul din fig. 9.3.

Scanned with OKEN Scanner

Se constată că această corecție este cu atît mai mare, cu cît diferența între zgomotul măsurat și cel de fond este mai mică. Pentru ca această corecție să aibă sens, este necesar ca atît zgomotul de fond, cît și cel emis de mașina-unealtă să fie suficient de stabile. Pentru măsurarea nivelului zgomotului de fond se procedează, evident, la oprirea mașinii și determinarea nivelului de tărie a zgomotului emis în mediul ambiant.

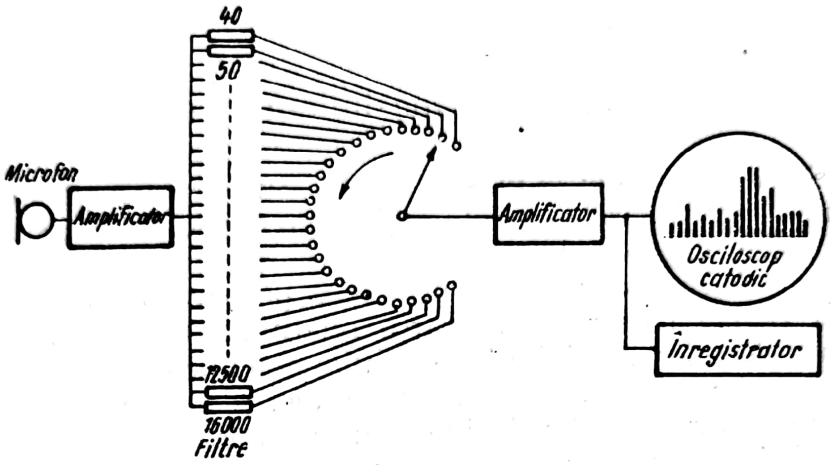


Fig. 9.4

Analizoarele de zgomot servesc în investigarea științifică a surselor de zgomot, necesară în adoptarea măsurilor de eliminare sau reducere a zgomotului produs de mașinile -unelte. Schema de principiu a analizoarelor de zgomot este dată în fig. 9.4.

Analizoarele de zgomot cuprind în schema lor o serie de filtre, care nu lasă să treacă decît zgomotul din anumite benzi de frecvențe, caracterizate prin lărgimea lor și prin frecvența lor centrală. Din punct de vedere constructiv, filtrele pot fi: a) cu lărgime proporțională a benzii și b) cu lărgime constantă a benzii.

În cazul lărgimii de bandă proporțională, frecvențele centrale sînt cifre din șirul numerelor normale și anume; 31,5: 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16.000 Hz. În general, lărgimea benzii este de o treime de octavă. Se reamintește că o octavă reprezintă o bandă de frecvență, a cărei valoare superioară este dublul valorii inferioare (pentru o treime de octavă acest raport este de $\sqrt[3]{2}$).

Analiza frecvențială prin această metodă permite să se studieze contribuția relativă a diferitelor benzi de octavă în zgomotul total. Metoda prezintă dezavantajul că nu asigură o analiză precisă în domeniul frecvențelor înalte, deoarece cu cît este mai înaltă frecvența, cu atît este mai largă banda.

Analizoarele de frecvență avînd filtre cu lărgime de bandă constantă permite efectuarea unor studii mai riguroase, deoarece lărgimea benzii este independentă de frecvență. Reglînd lărgimea benzii la o valoare constantă, de exemplu, de 1,10, 100...Hz, se poate analiza tot spectrul de frecvențe cu

precizia dorită, chiar și la frecvențe înalte. Metoda se recomandă la detectarea surselor de zgomot ale mașinilor-unelte.

În general, fonometrelor și analizoarelor de frecvență li se atașează aparate pentru efectuarea unor operații complementare de vizualizare a spectrelor și de prelucrare a datelor experimentale. Între acestea, cel mai des se utilizează spectrometrele și analizoarele de funcții Fourier. Date suplimentare privind tehnica modernă de studiu și analiză a zgomotului pot fi consultate în literatura de specialitate [11], [14], [37] etc.

9.2. Zgomotul emis de mașinile-unelte

9.2.1. **Surse de zgomot la mașini-unelte.** Sursele principale de zgomot la mașini-unelte sînt: lagărele cu rulmenți, angrenajele, motoarele electrice de acționare și, uneori, procesul de așchiere.

Zgomotul rulmenților apare ca urmare a propagării directe și indirecte a vibrațiilor ce iau naștere în mișcarea relativă a elementelor componente (inele, corpuri de rulare, colivie) în condițiile reale de execuție și funcționare. În urma sintezei unor cercetări experimentale, se poate trage concluzia că nivelul zgomotului rulmenților depinde de: a) valorile abaterilor dimensionale și de formă ale înălțimii ondulațiilor și a microneregularităților suprafețelor de rulare în contact; b) existența unor defecte, deteriorări locale sau corpuri străine pe suprafețele de rulare (ciupituri, cojiri, uzură abrazivă, amprente, praf etc.); c) variația rigidității de contact la modificarea numărului și poziției corpurilor de rulare față de direcția solicitării; d) tipul contactului (rulmenții cu role sînt mai zgomotoși decît rulmenții cu bile), mărimea jocului radial, a sarcinii axiale și a strîngerii montajului inelelor exterioare sau interioare ale rulmenților; e) valoarea vitezei de deplasare relativă între corpurile de rulare și căile de rulare; f) modalitatea de ungere, protejare sau etanșare a rulmenților.

În exploatare, zgomotul emis de rulmenți este influențat de un complex de factori, propagarea sonoră fiind dependentă de traseul undelor, ca și de fenomenele de rezonanță cu alte elemente constructive ale mașinii-unelte.

Zgomotul angrenajelor este influențat de o serie de factori, care pot fi grupați în trei categorii [14]: a) constructivi (modulul, raportul de transmitere, lățimea coroanei dințate, unghiul de înclinare a dinților, materialul, deplasarea profilului, modificarea formei și profilului dintelui etc.); b) tehnologiei (clasa de precizie, eroarea de formă a profilului dinților, rugozitatea flancurilor active, eroarea de direcție a dinților, excentricitatea roților, erorile de montaj ale roților și arborilor lor etc); c) de exploatare (viteza de rotație, sarcina, modul de ungere, uzura).

Zgomotul emis de roțile dințate din lanțurile cinematice are un nivel destul de ridicat, astfel, încît, pentru majoritatea mașinilor-unelte universale, acest zgomot este dominant. Așa se și explică faptul că zgomotul angrenajelor este supus unor ample cercetări [14], [53] etc.

Motoarele electrice de acționare generează un zgomot complex, ale cărui componente sînt de natură: a) mecanică, ca urmare a apariției forțelor de

Scanned with OKEN Scanner

ciocnire și de frecare; b) aerodinamică, cauzată de circulația forțată a aerului de răcire; c) electromagnetică, datorată existenței cîmpurilor magnetice rotative.

Zgomotul de natură mecanică este generat ca urmare a neechilibrării rotorului, apariției forțelor de impact și de frecare în lagăre, ca și de vibrațiile periilor, în cazul motoarelor de curent continuu. Nivelul zgomotului periilor crește odată cu mărirea turației rotorului și a numărului de lamele.

Componența aerodinamică a zgomotului apare ca urmare a curgerii turbionare a aerului de răcire în interstițiul dintre rotor și stator, antrenat de către ventilatorul motorului, și în mișcarea de rotație a rotorului. Forța centrifugă ce apare în acest fel favorizează apariția rezonanței aerului existent în golurile și orificiile rotorului și statorului mașinii, creîndu-se de asemenea, un zgomot turbionar.

Zgomotul electromagnetic se datorește pulsației cîmpului electromagnetic în întrefierul mașinilor electrice. Nivelul zgomotului astfel generat crește mult, datorită apariției cîmpurilor magnetice parazite, avînd variația egală cu frecvența cîmpului principal. Acest lucru se întîmplă în cazul motoarelor electrice asincrone [11].

Zgomotul motoarelor electrice de acționare devine dominant, cu deosebire în cazul asamblării lor cu flanșă pe batiurile, coloanele și carcasele mașinilor-unelte. Motoarele electrice cu talpă prezintă posibilități multiple de atenuare a zgomotului emis.

Strungurile revolver și strungurile automate prezintă un nivel ridicat al zgomotului, datorită lovirii barelor de material de elementele de ghidare. Zgomotul produs în acest fel se atenuează prin aplicarea unor soluții cu amortizoare de ghidare a semifabricatelor sub formă de bară.

Intensitatea zgomotului produs în procesul de așchiere depinde, în mare măsură, de stadiul uzurii tăișului sculelor, calitatea materialelor supuse prelucrării, dimensiunile secțiunii așchiilor etc. Acest zgomot se dovedește a fi, numai în rare cazuri, dominant pentru funcționarea mașinilor-unelte.

9.2.2. **Metodica evaluării nivelului zgomotului mașinilor-unelte.** Măsurarea zgomotului mașinilor-unelte se efectuează pe baza indicațiilor din STAS 8857—72, din recomandarea ISO R 495 și DIN 45635. Prevederile normelor menționate mai sus permit efectuarea unor măsuri precise și comparabile pentru mașini analoage. Pentru fiecare gen de măsurare, normele prevăd: numărul și amplasarea punctelor de măsurare, mărimile de determinat, corecțiile privind nivelul zgomotului de fond și dimensiunile încăperilor în care se află mașina. Astfel, normele recomandă un parcurs sau o suprafață de măsură în jurul mașinii (fig. 9.5), pe care se stabilesc numărul și amplasamentul punctelor de măsură.

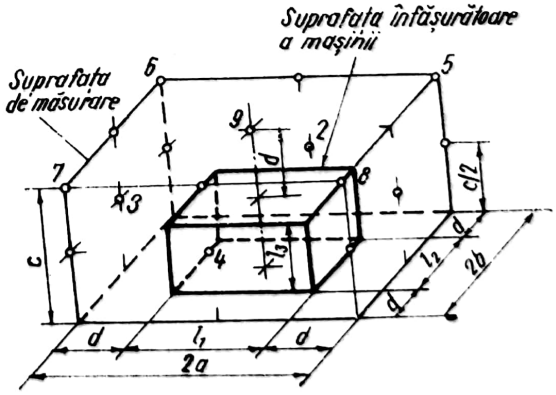


Fig. 9.5

În STAS 8857—72 se prevede ca punctele de măsurare să se afle pe o linie (linia de măsurare) al cărui traseu în plan orizontal, situat la o înălțime de 1,5 m de planul de bază, se află la o distanță de 1,00 m față de linia de contur a mașinii-unelte. Linia de contur a mașinii-unelte se stabilește pe baza suprafețelor principale, fără a considera proeminențele care nu produc zgomote însemnate.

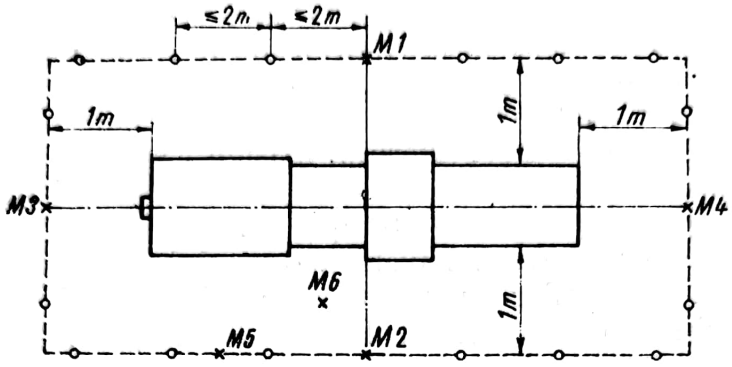


Fig. 9.6

Pentru fiecare tip de mașină-unealtă se aleg minimum șase puncte principale de măsurare, iar atunci cînd este necesar se stabilesc și puncte de măsurare suplimentare. Punctele principale de măsurare (fig. 9.6) sînt amplasate astfel: patru, notate $M_1 \ldots M_4$ în planele mediane ale mașinii-unelte; unul, M_5, în locul cu zgomot maxim și unul, M_6, în locul de muncă al muncitorului care lucrează cu mașina-unealtă respectivă.

Punctele de măsurare suplimentare se prevăd între punctele principale, în așa fel încît distanța de pe linia de măsurare între două puncte vecine să nu fie mai mare de 2 m și diferența între nivelele de zgomot măsurate în două puncte vecine să nu fie mai mare de 5 dB. De asemenea, se prevăd puncte de măsurare suplimentare și în alte locuri, cînd acest lucru este impus de particularitățile mașinii-unelte sau ale zgomotului produs de aceasta. Punctele de măsurare trebuie amplasate la o distanță mai mare de 1 m de suprafețele mașinilor vecine și mai mare de 2 m de colțurile încăperii.

Mașina-unealtă al cărui zgomot se măsoară trebuie să fie echipată complet, reglată pentru funcționarea corectă, instalată fiind pe o fundație sau pe un stand de probe, în aceleași condiții în care ea se montează pentru exploatare.

În timpul măsurării trebuie să se verifice ca locul de instalare a mașinii-unelte să satisfacă următoarele condiții: a) diferența între nivelul global de zgomot măsurat în fiecare punct de măsurare și nivelul zgomotului de fond existent în același punct nu trebuie să fie mai mică de 3 dB; b) la dublarea distanței dintre sursa de zgomot și fiecare punct de măsurare, nivelul de zgomot produs de mașina-unealtă trebuie să scadă cu minimum 4 dB.

La efectuarea măsurărilor, microfonul se instalează în fiecare punct de măsurare, în așa fel încît axa lui acustică să fie orientată spre sursa predominantă de zgomot. În cazul funcționării în gol, măsurările se efectuează pe rînd la toate treptele de turații ale arborelui principal sau în întreg domeniul de turații, la mașinile cu reglare continuă a turației (la funcționarea simultană

Scanned with OKEN Scanner

a cutiei de viteze, a cutiei de avansuri, a instalației hidraulice, a instalației de răcire etc.).

În procesul de prelucrare, măsurarea zgomotului mașinii-unelte se va efectua în următoarele condiții: parametrii de așchiere au astfel de valori încît să se utilizeze 80% din puterea nominală a mașinii; semifabricatul să fie din OLC 45; scula să fie armată cu plăcuțe din carburi metalice; să nu existe autovibrații.

Măsurătorile se pot efectua cu un fonometru de precizie, avînd filtru de ponderare *A*, ce trebuie să corespundă condițiilor prevăzute în publicația CEI 179 (1965) sau RS CAER 611—66; se mai pot face măsurători cu un analizor de frecvență, prevăzut cu un set de filtre, îndeplinind condițiile prevăzute în publicația CEI 225 (1966).

9.2.3. **Măsurători de zgomot la mașini-unelte.** Între mașinile-unelte cele mai zgomotoase s-a constatat a fi [37]: strungurile normale, strungurile revolver, strungurile automate, mașinile de frezat și mașinile de găurit. În structura constructivă a acestor mașini-unelte, sursele de zgomot cele mai puternice se concentrează în cutiile de viteze.

Prin cercetări experimentale proprii s-a urmărit stabilirea nivelului zgomotului, determinarea caracteristicii cîmpului sonor și evidențierea principalelor surse de zgomot la strungurile normale de dimensiuni mijlocii. În cadrul metodologiei de cercetare, un accent deosebit s-a acordat măsurării zgomotului la funcționare în gol a mașinii, în poziția *1* (fig. 9.7) pe care o ocupă, de obicei, strungarul.

Măsurătorile au fost efectuate cu ajutorul fenometrului tip 2203 al firmei Bruel & Kjaer (Danemarca). Pentru analiza de frecvență, acestui aparat i s-a atașat un set de filtre de octavă, tip 1613, al aceleiași firme.

Nivelul zgomotului de fond a fost de 52 dB (*A*). Rezultatele măsurătorilor zgomotului în poziția *1* pentru toate cele 24 turații ale arborelui principal al strungului, cuprinse între 12 și 1500 rot/min, sînt consemnate prin diagrama din fig. 9 8.

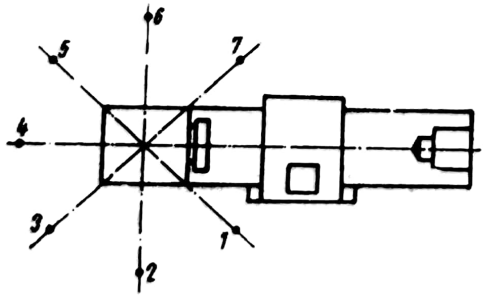


Fig. 9.7

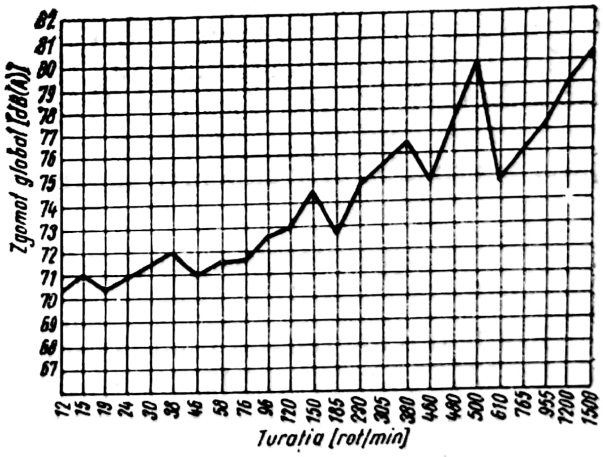


Fig. 9.8

Alura generală a diagramei confirmă ipoteza că nivelul zgomotului crește o dată cu mărirea numărului de angrenaje în funcțiune și cu frecvența an-

Scanned with OKEN Scanner

grenării $\left(f = \frac{nz}{60}\right)$. Pe această diagramă se constată că nivelele maxime ale zgomotului corespund turațiilor de 600 și 1500 rot/min, ceea ce sugerează existența unor surse de zgomot dominante. Pentru a le evidenția, s-a procedat la efectuarea analizei de frecvență a zgomotului emis la cele două turații ale arborelui principal.

Pe baza rezultatelor analizei de frecvență, s-au trasat curbele din fig. 9.9. În acest sens, s-a adoptat un sistem de axe de coordonate, pe a cărui abscisă au fost trecute valorile centrale ale benzilor de frecvență (la o scară logaritmică) iar pe ordonată — nivelul zgomotului.

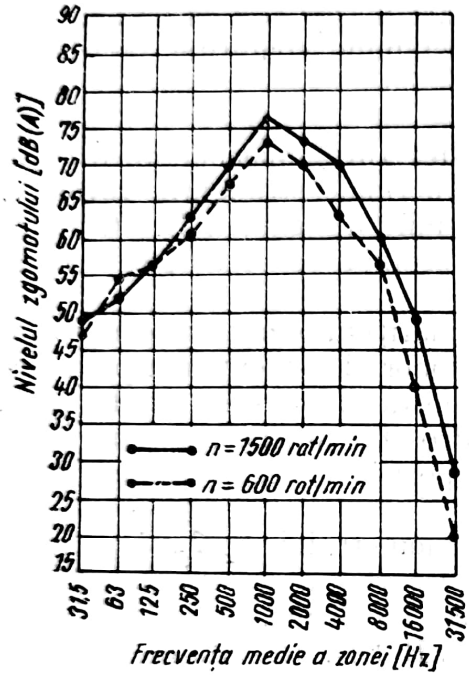


Fig. 9.9

În urma analizei de frecvență, se desprinde concluzia că nivelul maximal zgomotului se înregistrează în banda de frecvență de 1000 Hz.

Presupunînd că o mare pondere în formarea zgomotului o are angrenarea roților dințate din cutia de viteze, se procedează la calculul frecvenței de ciocnire a dinților în contact. Aceasta este proporțională cu turația arborelui pe care este montată roata și cu numărul ei de dinți. Astfel, din schema cinematică se deduce că turația de 600 rot/min se obține în felul următor:

$$n_{19} = 600 \text{ rot/min} =$$

$$= 735 \text{ rot/min} \cdot \frac{55}{34} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{32}{64} \cdot \qquad (9.6)$$

Din succesiunea factorilor se constată că roțile cu 50 de dinți sînt dispuse pe arbori a căror turație este de 1205 rot/min. Efectuînd produsul $nz/60$ rezultă o frecvență a angrenării de 1004 Hz. Evident această valoare se află în banda de frecvență de 1000 Hz.

În mod similar, se poate arăta că turația de 1500 rot/min se obține cu ajutorul următoarelor rapoarte de transmitere:

$$n_{24} = 1500 \text{ rot/min} = 735 \text{ rot/min} \cdot \frac{55}{34} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{55}{44} \cdot \qquad (9.7)$$

Roțile din angrenajul final, avînd 55 și 44 dinți, se află pe arbori cu turațiile de 1205 și respectiv 1500 rot/min. Pentru aceste roți rezultă o frecvență a angrenării de 1105 Hz. Și această valoare se află în banda de frecvență de 1000 Hz.

Din cele prezentate mai sus, se desprinde concluzia că, prin măsuri constructive și tehnologice vizînd angrenajele menționate, s-ar realiza o atenuare sensibilă a nivelului zgomotului. Prin analiza mai aprofundată a zgomotului,

Scanned with OKEN Scanner

pe întreaga gamă a benzilor de frecvență, s-ar putea evidenția multiple posibilități de îmbunătățire a comportării la zgomot a strungului supus studiului. Caracteristica cîmpului sonor al cutiei de viteze s-a determinat prin efectuarea unor măsurători repetate a nivelului zgomotului în punctele *1...7*, dispuse așa cum s-a indicat în fig. 9.7. Pe baza rezultatelor obținute s-a trasat curba de variație a nivelului zgomotului, reprezentată în fig. 9.10.

În urma trecerii în revistă a valorilor indicate pe curbă, se constată că nivelul global al zgomotului din jurul cutiei de viteze variază de la 81 la 85,5 Hz, iar valoarea maximă nu coincide cu poziția muncitorului în timpul lucrului la strung. Această situație este deosebit de favorabilă și trebuie avută în vedere la stabilirea măsurilor de atenuare a nivelului de zgomot în cazul strungurilor.

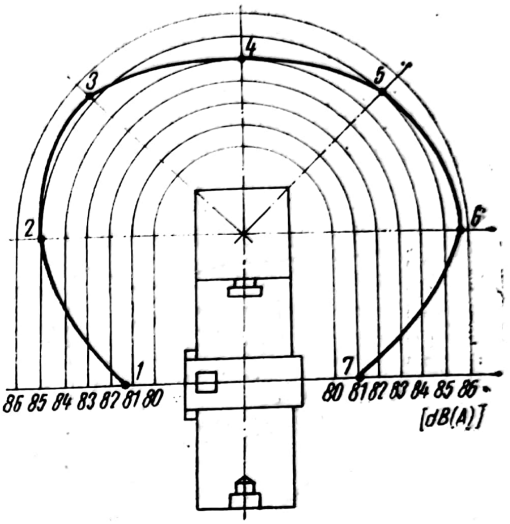


Fig. 9.10

9.3. Nocivitatea zgomotului și normarea nivelului acestuia

9.3.1. **Perceperea zgomotelor de către om.** Organul auditiv al omului este un mecanism complex, care transformă variațiile de presiune produse de undele sonore în senzații auditive. Acesta posedă o înaltă sensibilitate, avînd capacitatea de a efectua analiza precisă și de a alege din masa de sunete pe cele utile, de a răspunde la ele și de a proteja creierul de sunetele dăunătoare și nedorite.

Organul auditiv este constituit din aparatele de conducție acustică și de recepție. Aparatul de conducție acustică este constituit din urechea externă (pavilionul urechii, canalul auditiv extern) și urechea mijlocie (timpanul, ciocanul, nicovala și scărița, trompa lui Eustache, cavitatea cu celulele umplute cu aer și ferestrele labirintului). Aparatul receptor este constituit din urechea internă (melcul cu organul lui Corti), căile de divizare (nervul auditiv) și centrele auditive în părțile temporale ale scoarței emisferelor mari ale creierului.

Undele acustice pătrînd în canalul auditiv exterior, ating timpanul și, prin intermediul ciocanului și nicovalei, provoacă mișcările scăriței. Aceasta pune în vibrație lichidul din labirint și membranele acestuia, se produc deplasări ale organului lui Corti și se excită terminațiile perceptoare ale nervilor auditivi. Se produce astfel trecerea de la excitarea fizică la perceperea fiziologică. Relația de legătură între excitația fizică și perceperea fiziologică este

Scanned with OKEN Scanner

concretizată prin legea Weber-Fechner: intensitatea N a senzației auditive variază cu logaritmul zecimal al intensității I a excitației fizice:

$$N = C \lg I \tag{9.8}$$

Această lege are o deosebită importanță practică în stabilirea modului de măsurare a intensității sunetelor și în fixarea criteriilor de reducere a zgomotului.

Organul auditiv al omului se comportă ca un analizor de frecvență, ca un indicator de directivitate a sunetului și în același timp ca un indicator al tăriei, înălțimii și timbrului sunetului. Acesta percepe, ca sunete, numai vibrațiile acustice ale căror frecvențe sînt cuprinse între 16 și 16 000 Hz, prezentînd o sensibilitate maximă în domeniul 800... ...6000 Hz. Pentru ca vibrațiile acustice din domeniul auditiv să fie percepute, trebuie ca intensitatea lor să fie superioară unei anumite valori minime, care variază în funcție de frecvență. În cazul unui ascultător otologic normal și pentru frecvența de 1000 Hz, valoarea minimă a intensității este de 10^{-16} W/cm² și corespunde unei presiuni acustice de $2 \cdot 10^{-5}$ N/m². Această limită inferioară a auzului se numește prag de audibilitate și caracterizează calitatea auzului. Variația pragului de audibilitate în funcție de frecvență este reprezentată în fig. 9.11.

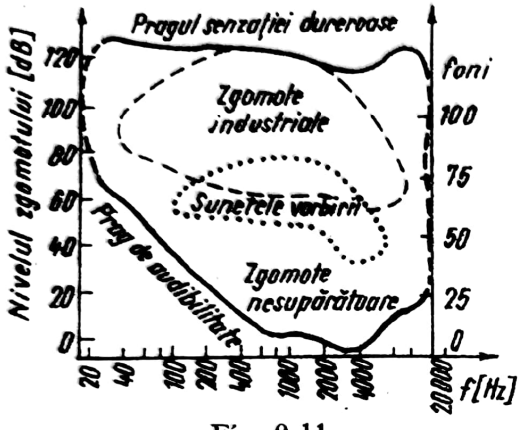


Fig. 9.11

Odată cu creșterea intensității acustice are loc și o creștere a senzației fiziologice. Intensitățile acustice care depășesc anumite limite — în funcție de frecvență — produc senzații dureroase, pot provoca spargerea timpanului, hemoragii în ureche și drept consecință a acestora, pierderea auzului. Limita superioară a audibilității se numește pragul senzației dureroase și corespunde, pentru frecvența de 1000 Hz, unei intensități de 10^{-4} W/cm² și unei presiuni de 20 N/m². Curbele celor două praguri, împreună cu limitele domeniului auditibil de frecvențe, definesc suprafața de audibilitate (fig. 9.11).

Din examinarea diagramei, se poate aprecia că organul auditiv al omului are un domeniu activ relativ întins. Dar acesta se îngustează odată cu înaintarea în vîrstă, ca și datorită diverselor afecțiuni ale acestui organ. La slăbirea auzului, suprafața de audibilitate se micșorează, pragul de audibilitate apropiindu-se de pragul durerii, a cărui poziție rămîne neschimbată. Prin compararea suprafeței de audibilitate în diferite perioade, se poate stabili evoluția în timp a calităților auzului, metodă folosită frecvent în audiometrie.

9.3.2. **Acțiunile dăunătoare ale zgomotului.** Zgomotul are o acțiune complexă asupra organismului uman. Acțiunea dăunătoare a zgomotului variază în funcție de o serie de factori dintre care cei mai importanți sînt intensitatea, frecvența și durata expunerii omului în mediu zgomotos. În fig.

9.12 este prezentată o schemă a efectelor dăunătoare pe care le poate avea zgomotul asupra organismului uman [14].

Primele manifestări ale acțiunii zgomotului sînt efectele psihice, care apar chiar la un nivel relativ scăzut, inferior, în majoritatea cazurilor, celui înregistrat în halele productive din industria constructoare de mașini. În cazul zgomotelor mai intense, organismul uman este supus unei suprasolicitări nervoase de durată, care, prin efectul său cumulativ, conduce la afecțiuni fiziologice și organice grave. Simultan, în condițiile actuale, cînd munca fizică a devenit o variantă a muncii intelectuale, acțiunea zgomotelor se manifestă printr-o reducere accentuată a productivității muncii, un procent mare de rebuturi, erori în conducerea proceselor tehnologice și chiar accidente de muncă. În cazul acțiunii de durată a unor zgomote puternice, se produce o slăbire permanentă a acuității auditive și o reducere a inteligibilității vorbirii. Rezumînd, acțiunile dăunătoare ale zgomotului pot consta în: a) afecțiuni ale diverselor organe și aparate ale corpului uman; b) reducerea capacității de muncă; c) reducerea inteligibilității vorbirii; d) afecțiuni ale organului auditiv.

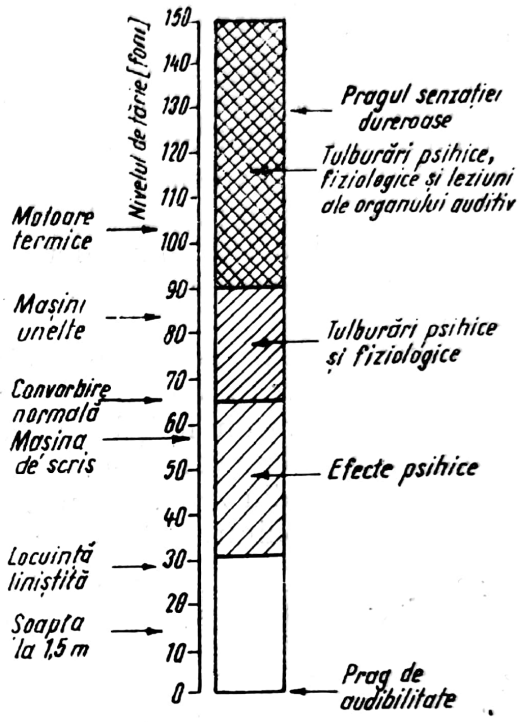


Fig. 9.12

Efectele nocive ale zgomotului asupra întregului organism se manifestă prin intermediul sistemului nervos central și vegetativ. Aceste efecte sînt pronunțate și intervalul de timp după care apar este determinat de parametrii fizici ai zgomotului. De asemenea, la aceeași frecvență și intensitate, acțiunile dăunătoare sînt mai accentuate în cazul în care zgomotul acționează discontinuu, apariția se produce pe neașteptate, are un spectru larg de frecvențe, este însoțit de sunete pure și de vibrații mecanice. La factorii menționați se adaugă și elemente subiective ca: vîrsta omului, afecțiunile sale anterioare, predispoziția organismului la îmbolnăvire, susceptibilitatea individului.

Cu toate că este greu de precizat rolul pe care-l are zgomotul în producerea diferitelor afecțiuni ale organismului uman, totuși numeroase cercetări [14] au evidențiat că la depășirea pragului audibilității cu 40 dB, tensiunea arterială crește, pulsul se accelerează, tensiunea vasculară intracraniană se mărește de cîteva ori, agerimea vederii scade, ritmul respirației se modifică. Prin intermediul scoarței cerebrale zgomotul provoacă iritații nervoase, procesul de oboseală devine mai accentuat, atenția și reacțiile psihice slăbesc, apar astenii sau diverse boli nervoase [11]. La creșterea nivelului zgomotului pînă la 80—90 dB, după o prezență a omului de 6—7 ore, se produc modificări trecătoare ale funcționalității sistemului nervos central și vegetativ. Dacă

Scanned with OKEN Scanner

nivelul zgomotului atinge 120 dB, aceste modificări apar după numai 30... 40 minute și în marea majoritate a cazurilor sînt ireversibile.

În urma unor cercetări speciale, s-a constatat că zgomotul provoacă și contracții ale peretelui stomacului. Paralel se produce o intensificare a activității sanguine în regiunea stomacului, manifestată prin creșterea tensiunii în vasele sanguine care străbat pereții stomacului.

Efectele dăunătoare provocate de zgomot au drept consecință directă obosirea generală a organismului uman. Ca urmare, se produce o reducere a capacității de muncă a omului, o scădere a productivității muncii. Zgomotul afectează munca fizică, în special pe aceea care necesită o concentrare a atenției deosebită.

Numeroase experiențe și date statistice arată că productivitatea muncii într-un mediu zgomotos poate scădea la jumătate, iar măsurile de reducere a nivelului zgomotului măresc sensibil randamentul muncii pe mașini-unelte. În același sens, experiențele au arătat că numărul rebuturilor într-o hală industrială cresc cu peste 30%, dacă nivelul zgomotului se mărește cu 20 dB, iar productivitatea strungarilor care lucrează în vecinătatea unor surse puternice de zgomot scade cu aproape 30% după 4—5 ore de expunere la zgomot.

Chiar măsurile de izolare fonică, adaptate în clădirile de locuit, concură indirect la mărirea productivității muncii, prin faptul că un muncitor care s-a odihnit într-un mediu liniștit va avea un randament mult mai ridicat în timpul orelor de producție [11], [14].

Într-un mediu zgomotos pericolele de accidente se accentuează, deoarece se reduce posibilitatea de semnalizare acustică, se diminuează capacitatea muncitorilor de orientare după diferite sunete caracteristice și se reduce inteligibilitatea vorbirii la locul de muncă.

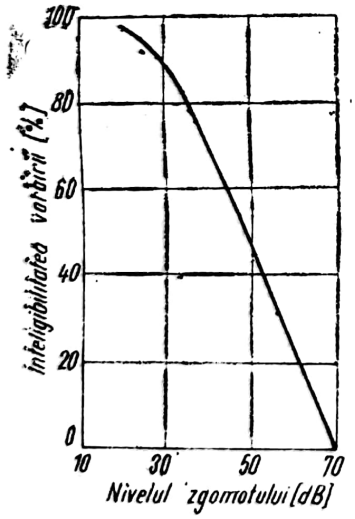


Fig. 9.13

În fig. 9.13, se prezintă dependența inteligibilității vorbirii de nivelul zgomotului [14].

Inteligibilitatea vorbirii nu este afectată de zgomote al căror nivel se află sub 20 dB. Creșterea nivelului zgomotului pînă la 40 dB conduce la diminuarea inteligibilității vorbirii cu aproximativ 25%. Acțiunea de mascare a zgomotului produce o slăbire sensibilă a inteligibilității vorbirii începînd cu 45 dB. Cînd nivelul zgomotului perturbator depășește nivelul sunetelor utile, inteligibilitatea vorbirii devine nulă. Astfel, în condițiile zgomotului de peste 70 dB, vorbirea devine practic neinteligibilă. Acest lucru are o influență negativă deosebit de puternică asupra psihicului muncitorului, manifestîndu-se prin crearea stării de frică, a unei sensibilități exagerate, a stării emotive instabile etc.

Ca urmare a acțiunii îndelungate a zgomotelor puternice, este posibilă slăbirea acuității auditive, în a cărei evoluție se disting mai multe faze. În perioada de început a prezenței omului în mediu zgomotos, apare oboseala auditivă, care este un fenomen trecător; după 4—5 ore de repaus, audibili-

Scanned with OKEN Scanner

tatea revine la normal. Dacă prezența în mediu zgomotos, de peste 80 dB, depășește o lună, apare o pierdere a sensibilității acustice de pînă la 40—50 dB la frecvența de 4000 Hz. Urmează o perioadă care poate să dureze cîteva luni sau ani, în care nu se constată modificări ale afecțiunii organului auditiv. În continuare însă pierderea auzului se accentuează prin anularea sensibilității acustice într-o bandă de frecvență de 1—2 octave în jurul valorii de 4000 Hz la tăria sunetelor de 20...70 dB. Boala se agravează, banda de frecvență de insensibilitate acustică se lărgește și omul începe să urmărească conversația cu mare dificultate. Chiar și în acest stadiu, evoluția bolii poate fi oprită, dacă muncitorul își schimbă locul de muncă sau se iau măsuri speciale pentru protecția organului auditiv.

Prezentarea acțiunilor dăunătoare ale zgomotului subliniază necesitatea cercetării cauzelor apariției și prezenței zgomotului, precum și a stabilirii unor măsuri de combatere a acestuia.

9.3.3. **Normarea nivelului zgomotului.** În scopul limitării acțiunilor nocive ale zgomotului asupra organismului uman, au fost stabilite nivele admisibile, a căror depășire nu este permisă.

Stabilirea valorilor admisibile pentru zgomot este o operație foarte dificilă și complexă, deoarece trebuie avut în vedere o serie de parametri interdependenți între ei, cum ar fi: caracteristicile fizice ale zgomotului, modalitățile de percepere a acestuia de către om, acțiunile lui asupra organismului uman și gradul în care stînjenește activitatea umană [11].

Pe baza unor date statistice numeroase, prin norme au fost impuse valorile admisibile de zgomot, stabilite din punct de vedere medical, tehnic, economic și profesional. În cadrul ansamblului de criterii adoptate, se iau în considerație efectele nocive ale zgomotului asupra organismului uman, posibilitățile de materializare a măsurilor de reducere a nivelului de zgomot, eficiența investițiilor prevăzute pentru reducerea nivelului zgomotului și condițiile necesare pentru îndeplinirea unei anumite activități.

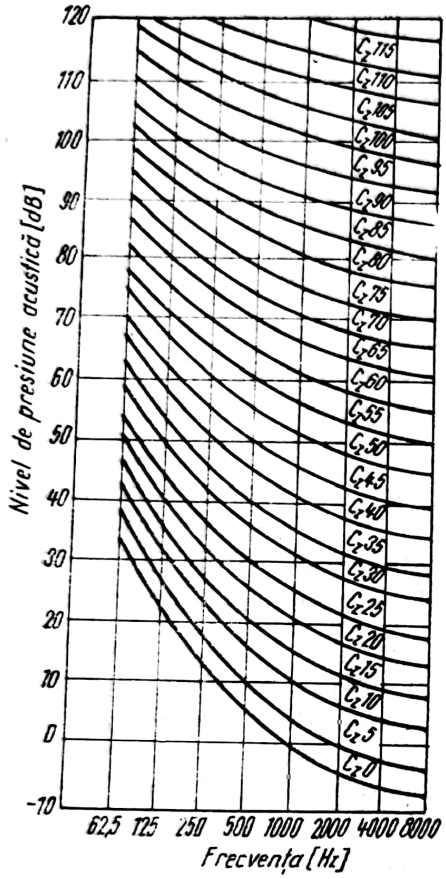
Pentru definirea valorilor admisibile ale zgomotului, ISO a adoptat doi parametri: nivelul de tărie, în foni, și frecvența în Hz. Prin reprezentarea variației nivelului de presiune acustică în funcție de frecvență (fig. 9.14), au rezultat o serie de curbe de zgomot (C_z), care sînt de fapt curbe de nivel egal de tărie.

Curbele de zgomot definesc relația dintre frecvența caracteristică a unui sunet și nivelul corespunzător de presiune acustică în condițiile unei senzații subiective echivalente. Conform normelor ISO, deteriorarea organului auditiv al omului este preîntîmpinată dacă nivelul de presiune acustică a zgomotului este inferior curbei de zgomot 85(C_z 85), în oricare dintre benzile de frecvență. Cercetările experimentale au condus la concluzia că este util ca domeniul de audibilitate să fie divizat în trei zone, funcție de efectul nociv al zgomotului (fig. 9.15) [52].

Expunerea la un zgomot, avînd nivelul de presiune acustică cuprins în zona A, are un efect dăunător puternic asupra organului auditiv al omului. În zona B, zgomotul nu manifestă acțiuni nocive asupra organismului uman. Cele două curbe, care limitează zona superioară A și zona inferioară B, mărgi-

Scanned with OKEN Scanner

nesc o a treia zonă C, în care zgomotul prezintă efecte nocive asupra omului numai în cazul unor activități care necesită încordarea atenției sau în cazul unor persoane cu sensibilitate deosebită. Pe diagrama din fig. 9.15, curba de zgomot 85 (C_z 85) este plasată spre limita superioară a zonei C.



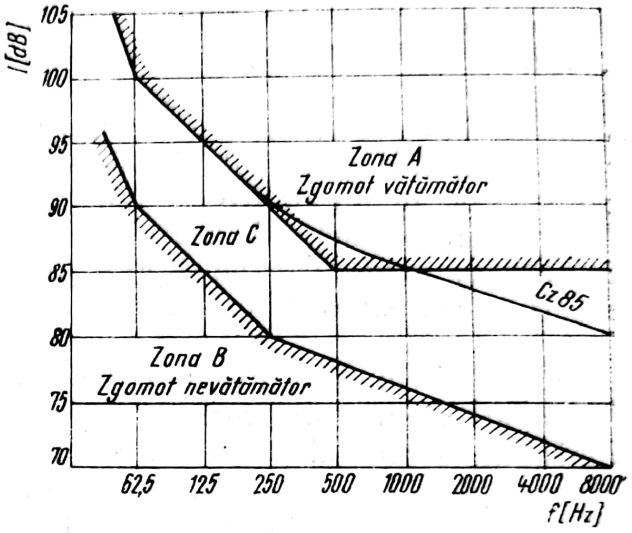


Fig. 9.15

Fig. 9.14

În domeniul mașinilor-unelte, în scopul menajării și prezervării auzului omului, valoarea admisibilă a nivelului zgomotului nu trebuie să depășească 85 dB (A), în orice condiții. În STAS 8857-72, sînt indicate valorile admisibile ale nivelelor de zgomot pentru principalele tipuri de mașini-unelte (tabelul 9.1).

Tabelul 9.1

Valorile admisibile ale nivelului de zgomot pentru mașini-unelte

Tipuri de mașini-unelte	Puterea motorului principal de acționare (P) kW	Curba de zgomot limită (C_z)
1	2	3
Strunguri normale Strunguri revolver	$\leqslant 4$	70
	$4 < P \leqslant 10$	75
	> 10	80

Scanned with OKEN Scanner

(continuare) tabelul 9.1

1	2	3
Strunguri carusel	$\leqslant 20$	75
	>20	80
Mașini de frezat	$\leqslant 4$	70
	$4 < P \leqslant 10$	75
	>10	80
Mașini de găurit	$\leqslant 4$	70
	>4	75
Mașini orizontale de alezat și frezat	$\leqslant 15$	75
	>15	80
Șepinguri Mașini de mortezat	$\leqslant 4$	75
	>4	80
Mașini de rectificat	$\leqslant 1,6$	70
	$>1,6$	75
Mașini de prelucrat roți dințate	$\leqslant 1,6$	70
	$1,6 < P \leqslant 6,3$	75
	$>6,3$	80

În tabelul 9.1, nivelul admisibil de zgomot este prezentat prin intermediul curbelor de zgomot (C_z) limită, definite de domeniul de frecvență al zgomotului, caracteristic fiecărui tip de mașină-unealtă. În urma trecerii în revistă a valorilor admisibile, se confirmă valabilitatea principiului conform căruia la locuri de muncă diferite se impun norme diferite.

Prin norme se stabilesc condițiile de ambianță în care trebuie să se efectueze măsurătorile (caracteristicile acustice generale ale camerei de măsură, orientarea relativă a surselor de zgomot în raport cu receptorul, prezența barierelor acustice), condițiile de funcționare ale mașinii-unelte în timpul încercării (turații, avansuri, puterea consumată, tipul sculei, calitatea semifabricatului etc.), metoda de măsurare (numărul și dispoziția punctelor de măsurat, aparatura și etalonarea ei, erorile admisibile de măsurare, formulele de calcul etc.). În acest sens, indicații sumare au fost date în paragrafele anterioare.

La stabilirea normelor de zgomot nu s-a urmărit asigurarea condițiilor optime sau confortabile, ci a condițiilor suportabile, în care acțiunea dăunătoare a zgomotului asupra organismului uman nu se manifestă sau este nesem-

Scanned with OKEN Scanner

nificativă [11]. De aceea, pe măsură ce tehnica progresează și apar noi soluții pentru combaterea zgomotului, normele se modifică, în sensul adaptării unor limite admisibile mai riguroase, care asigură o protecție mai eficace a omului față de acțiunile dăunătoare ale zgomotului, urmărindu-se și realizarea unui confort mai ridicat.

9.4. Reducerea efectelor dăunătoare ale zgomotului la mașini-unelte

9.4.1. Principii generale de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului. Măsurile de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului se stabilesc pe baza analizei modalităților de emitere, propagare și percepere a acestuia.

Schematic, *emiterea zgomotului* în mediul ambiant poate fi imaginată astfel: forța variabilă $F(t)$, care se creează într-un punct oarecare al structurii mașinii-unelte, provoacă deformații elastice variabile, a căror viteză de desfășurare este $v_1 = \omega A_1$, unde ω reprezintă pulsația de variație a forței, iar A_1 — amplitudinea deformației. În punctul considerat, impedanța mecanică a structurii va fi $Z_{mec} = \frac{F(t)}{v_1}$. Deformațiile elastice create se transmit pe suprafața exterioară a structurii, sub forma unei mișcări oscilatorii, a cărei viteză $v_2 = \omega A_2$ depinde de coeficientul de transmisibilitate $K = v_2/v_1$ [52].

Puterea acustică P a unei surse de zgomot poate fi determinată aproximativ cu ajutorul relației [52]:

$$P = \rho c \frac{v_2^2}{2} \mu S, \tag{9.9}$$

în care ρc este impedanța acustică a mediului; μ — coeficientul de radiație a suprafeței exterioare a structurii ($\mu < 1$, deoarece oscilațiile din diferitele puncte ale suprafeței nu au aceeași fază); S — aria suprafeței de radiație.

Presiunea acustică medie p rezultată pe suprafața S poate fi exprimată astfel [52]:

$$p = \frac{F(t)}{Z_{mec}} \cdot \frac{A_2}{A_1} \mu S, \tag{9.10}$$

semnificațiile notațiilor fiind indicate mai sus.

În urma examinării expresiei (9.10), vor rezulta următoarele mijloace de reducere a nivelului zgomotului emis în mediul ambiant: a) dimensiunea valorilor forțelor variabile $F(t)$, prin adoptarea unor scheme constructive corespunzătoare și mărirea preciziei de execuție și montaj ale ansamblurilor mașinilor; b) mărirea impedanței mecanice a structurii elastice, prin rigidizarea construcției și mărirea masei acesteia; c) micșorarea coeficientului de transmisibilitate al deformațiilor elastice variabile din zona de creere la suprafața de radiație. Acest deziderat se realizează prin alegerea rațională a elementului constructiv, prin alegerea unor materiale cu amortizare internă mare, prin

Scanned with OKEN Scanner

amortizarea artificială aplicînd acoperiri speciale sau interpunînd atenuatoare la îmbinările diferitelor elemente constructive etc; d) diminuarea capacității de radiație, ceea ce se poate obține prin reducerea la limită a suprafeței de radiație S, prin micșorarea amplitudinii A_2, prin defazarea optimă a oscilațiilor în diferitele puncte ale suprafeței S, realizabilă prin compartimentarea judicioasă a suprafeței S cu nervurile de rigidizare.

În scopul diminuării nivelului zgomotului emis de mașinile-unelte, la proiectarea acestora este necesar a se adopta soluții constructive și tehnologice în urma cărora intensitatea proceselor dinamice provocate de șocuri, accelerații, frînări, inversări etc. să fie minimă. În acest sens, mașina-unealtă trebuie considerată ca un ansamblu de surse de zgomot, fiecare necesitînd o tratare specială, elaborată pe baza unui studiu aprofundat.

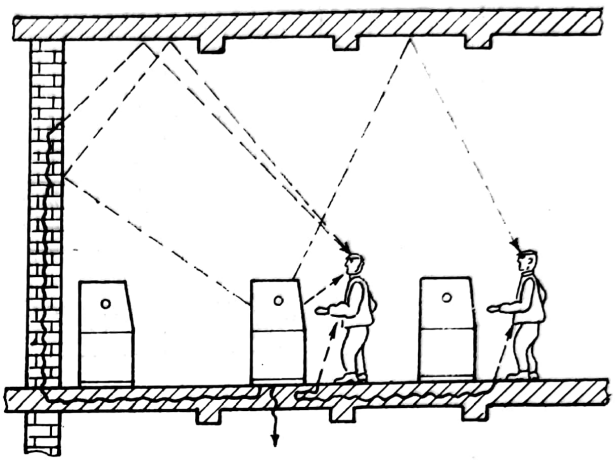


Fig. 9.16

Căile de propagare a energiei acustice de la sursă de zgomot la operatorul uman pot fi constituite în medii solide, lichide sau aer, transmiterea efectuîndu-se direct sau indirect, prin reflexie, refracție sau radiație secundară. Schemele caracteristice de propagare a zgomotului mașinilor-unelte sînt prezentate în fig. 9.16.

Urmărind stabilirea unor măsuri de atenuare a acțiunii zgomotului prin intervenția pe căile de propagare, se desprind mai multe posibilități [37]: orientarea mașinilor-unelte, astfel încît zona în care se află operatorul uman să fie cea mai puțin zgomotoasă; construirea unor incinte acustice în jurul celor mai puternice surse de zgomot; plasarea unor ecrane acustice între sursa de zgomot și persoanele expuse, modificarea proprietăților acustice ale localului prin tehnici arhitecturale.

Analiza *modalităților de percepere* a zgomotului de către om, prezentate în paragraful precedent, permite stabilirea unor măsuri ce se pot întreprinde pe persoanele expuse. Aceste măsuri pot să vizeze reducerea intensității percepției senzoriale și înlăturarea efectelor patologice temporale ale activității în mediu zgomotos. În principal, o reducere substanțială a acțiunii dăunătoare a zgomotului se poate realiza prin utilizarea unor antifoane, prin acordarea unor pauze la anumite intervale de timp, asigurarea liniștei pe durata pauzelor, schimbarea periodică a locului de muncă, mărirea rezistenței la zgomot printr-o alimentație bogată și administrarea vitaminei B_1 etc. Modalitatea de percepere a zgomotului de către om sugerează că, uneori, soluția optimă de reducere a efectului dăunător constă în modificarea spectrului de frecvență a zgomotului emis, fără a fi nevoie de diminuarea nivelului acustic total.

Scanned with OKEN Scanner

Ansamblul măsurilor de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului mașinilor-unelte pot fi prezentate sintetic pe schema din fig. 9.11 [11].

Schema evidențiază măsurile ce se întreprind direct asupra surselor de zgomot, pe căile de propagare a zgomotului și asupra persoanelor expuse.

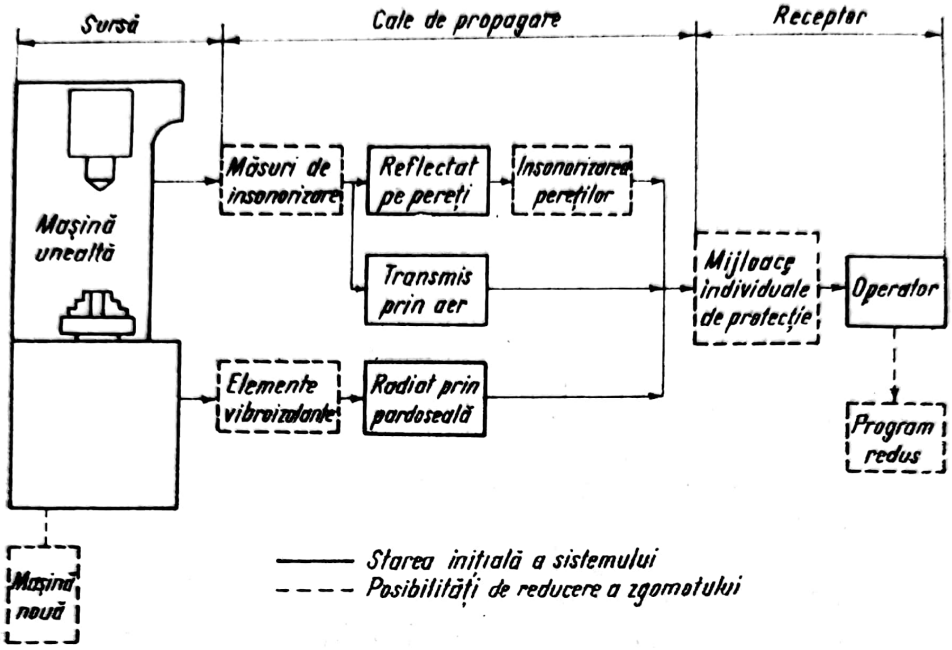


Fig. 9.17

În practica protecției împotriva efectelor nocive ale zgomotului, se obișnuiește a se deosebi **metoda activă,** la aplicarea căreia se urmărește modificarea caracteristicilor sonore ale surselor preponderente, și **metoda pasivă,** prin care se realizează mărirea rezistenței pe care mediul de transmitere o opune undelor acustice.

Oportunitatea aplicării uneia sau alteia din metodele amintite sau a unei eventuale combinații ale lor depinde de scopul urmărit și de mijloacele de care se dispune. Soluțiile tehnice aplicate în practică reprezintă de cele mai multe ori un compromis între eficiență și cost.

9.4.2 **Metoda activă de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului.** Diminuarea acțiunii nocive a zgomotului, prin măsuri aplicate asupra surselor care-l generează, constituie modul de abordare cel mai indicat în soluționarea problemelor de combatere a zgomotului. În cele ce urmează, se vor prezenta cîteva din procedeele aplicabile în practica diminuării efectelor nocive ale zgomotului în domeniul mașinilor-unelte.

Concepția rațională a mașinii în vederea reducerii nivelului zgomotului emis este cel mai complet și eficient mijloc în acest sens. Astfel, pentru obținerea unor mașini-unelte mai silențioase, se va urmări adoptarea în concepția acestora a unor scheme constructive, sisteme de acționare, mecanisme și dispozitive, care prin principiul lor de funcționare generează zgomote mai puțin intense. Spre exemplificare, în faza de proiectare se va urmări ca structura mașinilor-unelte să fie formată din lanțuri cinematice cu număr minim

Scanned with OKEN Scanner

de mecanisme; sistemele de acționare hidraulică să fie preferate celor electromecanice sau pneumatice; capetele de forță să fie plasate între montanți și nu unilateral, batiurile să constituie cadre închise și nu deschise, mecanismele de tipul angrenajelor cu dinți drepți să fie înlocuite prin angrenaje cu dantură înclinată, în V, W sau curbă; lagărele cu rulmenți să se evite, or de cîte ori este posibil, adoptîndu-se lagăre hidrostatice, hidrodinamice sau aerodinamice; materialele plastice, de tipul duramidului, să fie utilizate mai des în execuția unor organe de mașini (se realizează o amortizare mai bună a zgomotelor și se diminuează uzura); dimensionarea să fie cît mai corectă, condițiile tehnice, privind precizia de execuție și montaj să se prevadă cît mai riguroase, echilibrarea statică și dinamică a organelor în mișcare de rotație să se execute cît mai frecvent etc.

La reproiectarea mașinilor-unelte, se va urmări modificarea caracteristicilor structurilor prin schimbarea parametrilor elastici, de amortizare și inerțiali ai ansamblurilor. Funcție de domeniul de frecvențe în care se lucrează, se micșorează masele și se măresc constantele elastice, astfel încît frecvențele proprii să fie superioare acestui domeniu.

Pe lîngă măsurile cu caracter general în concepția mașinilor-unelte, diminuarea nivelului zgomotului fiecărei surse va fi abordată special.

Rulmenții au o pondere însemnată în construcția lagărelor arborilor din lanțurile cinematice. Constructorul de mașini-unelte poate obține o reducere însemnată a zgomotului ansamblurilor cu rulmenți, prin alegerea selectivă a acestora și prin îndeplinirea condițiilor tehnice de execuție și montaj a tuturor elementelor componente. Importanță deosebită trebuie acordată abaterilor de la circularitate a fusurilor arborilor și a alezajelor lagărelor, abaterilor de la perpendicularitate a axelor lagărelor față de suprafețele de reazem, abaterilor de la coaxialitate a fusurilor arborilor și alezajelor, mărimii jocurilor radiale și a prestrîngerilor axiale etc. Diminuarea substanțială a zgomotelor lagărelor se realizează prin ungerea lor corespunzătoare, ca și prin izolarea antivibratorie a ansamblurilor cu rulmenți. Adoptarea măsurilor indicate mai sus contrbuie la asigurarea condițiilor funcționale ale rulmenților și permite reducerea nivelului zgomotului ansamblurilor în care se montează cu 20...25 dB [52].

Măsura cea mai eficace de reducere a nivelului zgomotului *angrenajelor* constă în mărirea preciziei de execuție și montaj a roților dințate componente. Se au în vedere erorile de pas, erorile de profil, excentricitatea dinților față de axa de rotație, abaterile de la paralelismul axelor de axa de rotație, abaterile de la paralelismul axelor de rotație ale roților angrenajului etc. Realizarea efectivă a valorilor optime ale erorilor roților dințate este costisitoare, deoarece prezintă dificultăți tehnice mari. De aceea, la proiectarea angrenajelor, trebuie analizată întreaga gamă de măsuri care ar contribui la îndeplinirea scopului propus. Reducerea nivelului de zgomot al angrenajelor este favorizată de: micșorarea modulului roților dințate și mărirea numărului de dinți pînă la limitele posibile; adoptarea angrenajelor cu dinți înclinați, unghiul de înclinare nedepășind 10°; executarea roții angrenajului dintr-un material nemetalic (duramid, textolit etc.); montarea roților dințate pe arbori cu ajutorul unor bucșe amortizoare din plumb, duraluminiu, alamă etc.; corectarea în înălțime și lungime a dinților angrenajelor; alegerea

Scanned with OKEN Scanner

selectivă a roților angrenajelor după nivelul zgomotului. Efectul realizat în urma adoptării unora din măsurile indicate mai sus este prezentat în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2

Efectul adoptării unor măsuri de reducere a nivelului zgomotului angrenajelor

Nr. crt.	Măsura adoptată	Reducerea intensității zgomotului, dB
1	Mărirea preciziei de execuție a roților dințate cu o clasă	10
2	Înlocuirea angrenajelor cu dinți drepți cu angrenaje avînd dinți înclinați	6
3	Executarea roții angrenajului din duramil	20
4	Alegerea selectivă a roților angrenajelor	4
5	Modificarea profilului dinților	6
6	Îmbunătățirea configurației capului dinților	5
7	Executarea formei de butoiaș a dinților	3
8	Rectificarea roților dințate	3
9	Șeveruirea	8
10	Rularea roților dințate	3
11	Rodarea angrenajelor	5

Diminuarea nivelului zgomotului *motoarelor electrice* de acționare se poate realiza prin: alegerea selectivă după nivelul zgomotului a motoarelor ce se montează pe mașini-unelte; rigidizarea arborelui rotorului și a lagărelor acestuia; echilibrarea dinamică a rotorului motoarelor electrice împreună cu mecanismele ce preiau mișcarea de rotație; asigurarea unei înalte precizii de poziționare a motoarelor electrice pe mașinile-unelte; crearea condițiilor optime de ventilație a motoarelor electrice etc.

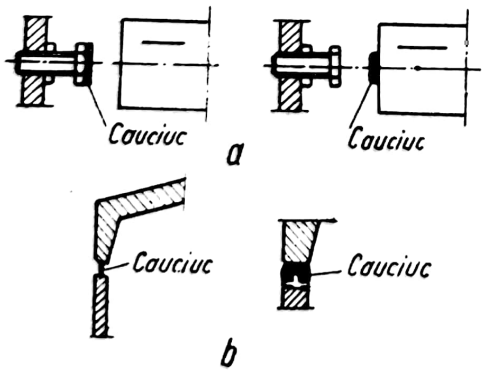


Fig. 9.18

Aceeași atenție trebuie acordată și altor surse potențiale de zgomot. Spre exemplu, opritorii și limitatorii de cursă ai meselor, sănilor, cărucioarelor, capetelor de forță etc. se prevăd cu tampoane de cauciuc (fig. 9.18) în vederea atenuării șocului de impact. Cauciucul trebuie dispus pe suprafețe sferice, care permit acestuia o tensionare și o deformație progresivă [37].

În același sens, se recomandă ca panourile amovibile, plăcile fixe și capacele de protecție să fie izolate de structura mașinii-unelte prin intermediul unor garnituri din cauciuc, carton presat sau dintr-un material plastic, Măsuri speciale trebuie preconizate și pentru atenuarea zgomotului produs la ali-

Scanned with OKEN Scanner

mentarea cu semifabricate sub formă de bare a strungurilor revolver și automate.

Aplicarea metodei active de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului emis de mașinile-unelte impune cunoașterea caracteristicilor surselor sonore și analiza amănunțită a tuturor posibilităților de diminuare a intensității lor. Creșterea eficienței în aplicarea măsurilor preconizate încă din faza concepției mașinilor unelte necesită efectuarea unor cercetări teoretice și experimentale ample, menite a furniza date suplimentare în acest sens.

9.4.3. **Metoda pasivă de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului.** În cazul mașinilor-unelte, existente în exploatare, procedeele metodei pasive sînt mai eficace decît mijloacele aplicabile în cadrul metodei active. Metoda pasivă constă în principal în izolarea surselor emițătoare de zgomot în raport cu operatorul uman, prin interpunerea unui obstacol executat din materiale izolatoare sau absorbante de unde acustice. Modul de construcție al obstacolelor poate fi foarte diferit, în funcție de situația practică concretă.

În practica reducerii nivelului zgomotului prin metoda pasivă, cel mai des se procedează la izolarea antivibratorie a mașinilor-unelte, la izolarea fonică a principalelor surse de zgomot, la interpunerea unor ecrane (paravane) pe căile de propagare a zgomotului și, uneori, la protecția individuală a operatorului uman.

Izolarea antivibratorie se obține prin montarea mașinilor-unelte pe fundații speciale, pe plăci de beton, pe suporți izolatori sau prin așezarea lor pe covoare amortizoare. Se realizează în acest fel întreruperea legăturii rigide dintre structura mașinilor-unelte și elementele de construcție înconjurătoare, ceea ce contribuie la diminuarea nivelului zgomotului propagat prin pardoseală, pereți, tavan etc. Date suplimentare vor fi prezentate în cap. 10.

Efectul celorlalte mijloace de protecție pasivă împotriva zgomotului se bazează pe capacitatea de „izolare fonică" și de „absorbție acustică" a materialelor.

Izolarea fonică se materializează sub forma unor carcase sau ecrane, ce constituie obstacole în calea zgomotului propagat în aer. Acestea reflectă o mare parte a undelor sonore care cad pe suprafața lor. Calitatea izolării fonice se caracterizează prin intermediul coeficientului de transmisie acustică τ și indicele de reducere R [37].

Coeficientul de transmisie acustică τ al unei carcase este exprimat prin fracțiunea de energie acustică incidentă, care trece totuși în exterior. Matematic se definește prin raportul:

$$\tau = \frac{\text{energie acustică transmisă}}{\text{energie acustică incidentă}}. \tag{9.11}$$

Indicele de reducere R sau de atenuare acustică reprezintă diferența între intensitățile acustice de o parte și de alta a obstacolului. Valoarea sa este dată de expresia:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau}, \text{ [dB]} \tag{9.12}$$

Scanned with OKEN Scanner

Cu ajutorul coeficientului de transmisie τ şi a indicelui de reducere R se evaluează cantitativ calităţile izolatoare ale structurii carcaselor şi a ecranelor, independent de caracteristicile acustice ale încăperilor pe care le separă. Pentru cîteva materiale utilizate mai des în izolarea fonică, în STAS 6156-80 sînt indicate valorile medii ale indicelui de reducere R, definit pentru 16 frecvenţe cuprinse în domeniul 100—3 000 Hz.

În construcţia de maşini, cele mai răspîndite materiale izolatoare sînt: aluminiul, folosit mai ales la execuţia carcaselor mici şi uşoare; plumbul, utilizat datorită unei bune rezistenţe la contactul cu uleiurile minerale, solvenţii şi lichidele de răcire; oţelul (sub formă de tablă), folosit mai ales în construcţia panourilor compuse. În general, se recomandă a se utiliza combinaţii de materiale: oţel, plumb, materiale plastice etc., alese în aşa fel încît să-şi completeze reciproc proprietăţile izolatoare [37].

Absorbţia acustică [sau insonorizarea prin absorbţie este o metodă larg răspîndită în combaterea efectelor nocive ale zgomotului. În acest scop, se utilizează materiale care absorb şi amortizează undele sonore, reflectînd şi transmiţînd doar o mică parte din energia acustică primită. Calitatea absorbţiei acustice se caracterizează prin coeficientul de absorbţie acustică.

Coeficientul de absorbţie acustică α al unui material se defineşte astfel:

$$\alpha = \frac{\text{energia acustică absorbită}}{\text{energia acustică incidentă}}, \qquad (9.13)$$

iar valoarea sa este funcţie de material şi de frecvenţa sunetului incident.

Dintre materialele absorbante, mai des se utilizează: vata minerală, buretele poliuretan, polisterenul, cauciucul, pîsla etc. [37]. Aceste materiale se prezintă sub formă de plăci sau panouri. Pentru a le proteja împotriva degradării produse de apă, uleiuri, praf, se acoperă uneori cu o foaie de policlorură de vinil sau nylon. Frecvent, panourile se susţin cu o tablă perforată din oţel sau aluminiu. Cu rezultate bune se adoptă şi soluţia stropirii pereţilor protectori cu produse aderente fibroase sau a vopsirii lor cu lacuri absorbante de zgomot.

În domeniul maşinilor-unelte, „izolarea fonică" şi „absorbţia acustică" se aplică prin introducerea în carcase a principalelor surse de zgomot: a motoarelor electrice de acţionare, a reductoarelor, a unor cuplaje, a roţilor de schimb, a unor angrenaje, a sistemelor de alimentare cu bare şi, uneori a ansamblului cutiilor de viteze.

La executarea carcaselor, se utilizează atît materiale izolante, cît şi absorbante. Materialele izolante atenuează transmisia acustică, dar sunetele se reflectă spre interiorul incintei şi, prin suprapunerea undelor incidente cu cele reflectate, nivelul acustic din interiorul carcasei creşte. Pentru a împiedica creşterea nivelului acustic în interiorul carcasei, peretele interior se prevede cu materiale absorbante. Structura unui asemenea perete, ca şi efectul aplicării lui, este prezentat în fig. 9.19.

În cazul în care măsurile, prezentate anterior, nu se pot aplica sau aplicarea lor nu reduce nivelul zgomotului la valorile admisibile, trebuie adoptate măsuri de protecţie, individuală a operatorului uman.

Scanned with OKEN Scanner

În domeniul mașinilor-unelte se recurge rareori la protecția individuală și numai prin utilizarea antifoanelor de tip intern. Acestea se prezintă sub forma unor tampoane confecționate din materiale plastice maleabile, din vată simplă sau vată îmbibată în parafină, care se introduc în canalul auditiv al omului.

În fig. 9.20 se prezintă eficiența utilizării antifoanelor din vată [4].

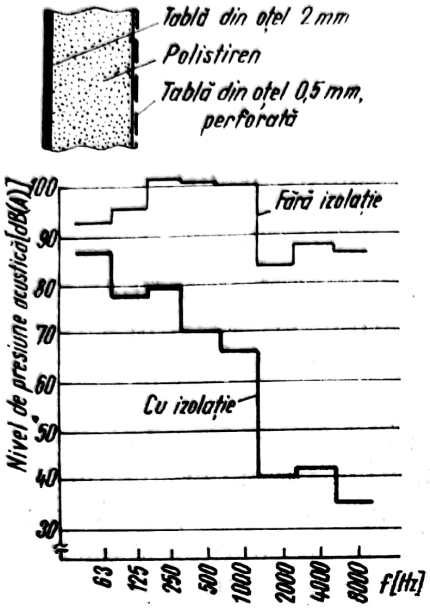


Fig. 9.19

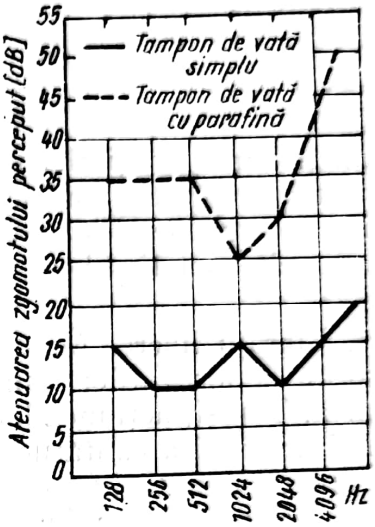


Fig. 9.20

După cum rezultă din curbele prezentate, folosirea antifoanelor din vată simplă sau parafinată are un efect protector foarte eficient pentru organul auditiv, implicit pentru operatorul uman și rezultatele muncii sale. Antifoanele de tip intern asigură atenuări ale nivelului de zgomot variind între 10 și 45 dB, în funcție de frecvență.

Antifoanele de tip intern se disting printr-un preț de cost redus și prin comoditatea purtării lor, fiind ușor acceptate de muncitor, chiar pe durate mai îndelungate de timp. Utilizarea antifoanelor de tip intern necesită luarea unor măsuri speciale de igienă, pentru a evita producerea iritațiilor pielii și a leziunilor urechii.

Măsurile privind diminuarea acțiunilor dăunătoare ale zgomotului asupra operatorului uman prezentate mai sus decurg din experiența și practica construcției și exploatării mașinilor-unelte.

Creșterea eficienței în adoptarea măsurilor de reducere a efectelor dăunătoare ale zgomotului impune întreprinderea unor cercetări ample asupra surselor de zgomot specific mașinilor-unelte, ca și asupra proprietăților de transmitere, izolare și absorbție ale materialelor utilizate în construcția mașinilor-unelte. Se creează, în acest fel, premisele stabilirii unor noi procedee și mijloace de diminuare a efectelor nocive ale zgomotului.

Scanned with OKEN Scanner

10.

VIBRAȚIILE Mașinilor-unelte și efectul lor asupra organismului uman

10.1. Sursele de vibrații la mașini-unelte

În funcționarea mașinilor-unelte, apariția vibrațiilor este inevitabilă, iar nocivitatea lor este apreciată în funcție de amplitudinile, vitezele și accelerațiile cu care se desfășoară. Vibrațiile ce apar în structura elastică a mașinilor-unelte pot fi: libere, forțate și autoîntreținute (autovibrații).

10.1.1. **Vibrații libere.** Aceste vibrații, componente ale proceselor tranzitorii, datorită amortizărilor din îmbinările mașinilor-unelte, au o durată relativ scurtă. Totuși, acțiunea lor poate avea consecințe nefavorabile asupra operatorului uman și a calităților funcționale ale mașinilor-unelte. Mai mult, vibrațiile libere prezintă interes practic major, deoarece procesele tranzitorii ce le provoacă pot determina întregul comportament dinamic al mașinii-unelte. Astfel, vibrațiile libere care însoțesc pornirea motoarelor de acționare, accelerarea și frînarea mișcării meselor, saniilor și cărucioarelor, schimbarea turațiilor în mecanismele de reglare, inversarea ansamblurilor mobile, intrarea sculei în așchie etc. influențează întregul proces vibrator al mașinii-unelte. Toate aceste procese tranzitorii antrenează forțe și momente de inerție mari, ceea ce creează o stare de tensiune și de deformație deosebit de complexă pentru sistemele elastice ale mașinilor-unelte, provocînd excitația inițială a acestora.

Vibrațiile libere se desfășoară în frecvența proprie a sistemelor elastice, durata lor depinzînd și de natura procesului tranzitoriu și de amortizările din sistemul elastic. Procesele tranzitorii ce apar în funcționarea mașinilor-unelte sînt foarte diverse, dar interes practic deosebit prezintă: intrarea și ieșirea sculei din așchie, accelerarea și frînarea elementelor mobile, inversarea.

Intrarea și ieșirea sculei din așchie provoacă variația deformațiilor sistemului elastic și creează un proces tranzitoriu a cărui durată, de obicei, depășește cu mult timpul în care se efectuează o rotație a sculei sau piesei, uneori chiar a unei treceri. Consecințele acestui proces tranzitoriu au importanță în cazul intrării în așchie a cuțitului de retezat la strunjire, trecerii de scînteiere la rectificare, intrării și ieșirii din așchie a dintelui cuțitului-roată și a cuțitului-pieptene la prelucrarea roților dințate, a pietrei de rectificat la

Scanned with OKEN Scanner

detalonarea dinților frezelor-melc, a cuțitului la prelucrarea filetului pe un arbore cu canale longitudinale etc.

Analiza procesului tranzitoriu provocat de intrarea sau ieșirea sculei din așchie stabilește legea exponențială de variație a deformației y a sistemului elastic

$$y = a_0 e^{-\frac{t}{\frac{\tau}{2}(1+2R_{SE}K_a)}} \tag{10.1}$$

unde a_0 reprezintă grosimea nominală a stratului de așchiat; t — timpul; τ — durata de timp în care se efectuează o rotație sau un ciclu tehnologic; R_{SE}, K_a — caracteristicile statice ale sistemului elastic și ale procesului de așchiere. Numitorul exponentului reprezintă constanta de timp T a procesului tranzitoriu [37].

Durata procesului tranzitoriu se apreciază a fi $t = (3...5)T$. Astfel, la prelucrarea unei piese din oțel ($R_m = 700-800$ N/mm² și $K_a = 14\,000$ N/mm) pe un strung a cărui caracteristică statică este $R_{SE} = 2 \cdot 10^{-4}$ mm/N, cu lățimea stratului de așchiat $b = 7$ mm și turația piesei $n = 100$ rot/min, constanta de timp a procesului tranzitoriu are valoarea $T = 2{,}1$ s. Rezultă că durata minimă a procesului tranzitoriu reprezintă 6 s, timp în care piesa efectuează 10 rotații. În acest interval de timp, este posibil să apară un nou proces tranzitoriu (spre exemplu, pătrunderea sculei într-o zonă cu material mai dur), ceea ce ar avea repercusiuni asupra desfășurării procesului vibratoriu.

În mod analog poate fi prezentat și procesul tranzitoriu provocat la *accelerarea și frînarea* elementelor mobile ale mașinilor-unelte.

Necesitatea măririi sau micșorării vitezei de deplasare a meselor, suporturilor, saniilor mașinilor-unelte pe ghidajele lor este legată de mărirea preciziei de poziționare, de mărirea productivității prin deplasarea rapidă a elementelor mobile etc. În fig. 10.1 este prezentată variația forței de împingere a unei mese la variația bruscă a vitezei de deplasare.

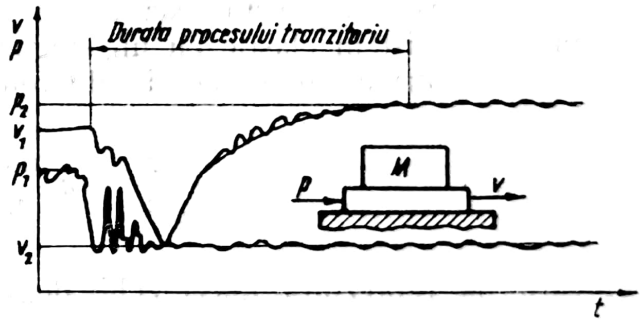


Fig. 10.1

Procesele tranzitorii ale accelerării și frînării elementelor mobile ale mașinilor-unelte se desfășoară după o lege exponențială, similară cazului prezentat anterior. Pe baza datelor experimentale s-a stabilit că valoarea constantei de timp este cuprinsă între 0,3 și 1 s, de unde se trage concluzia că procesul tranzitoriu durează cîteva secunde (pînă la 5,0 s). Cunoașterea modalităților de desfășurare a acestui proces tranzitoriu, ca și a consecințelor sale, ar putea să prezinte interes în multe situații practice.

Scanned with OKEN Scanner

Inversarea sensului de mișcare este un proces indispensabil în funcționarea lanțurilor cinematice principale, de avans, generatoare complexe și auxiliare ale mașinilor-unelte.

Întregul proces constă din trei faze: frînarea mișcării pentru trecerea de la o anumită viteză la o viteză nulă, oprirea și pornirea la viteza necesară deplasării elementului mobil în noul sens. Inversarea este însoțită de o serie de fenomene dinamice deosebit de complexe: șocuri, datorate maselor aflate în mișcare de rotație sau translație, schimbarea sensului de acționare a forțelor de frecare, modificarea repartiției presiunilor pe ghidaje, variația bruscă a temperaturii în anumite zone ale cuplului cinematic etc.

Suprapunerea tuturor efectelor acestor fenomene, corelată cu prezența inevitabilă a jocurilor din sistem, face ca inversarea să capete un accentuat caracter aleator cu consecințe nefavorabile asupra comportării dinamice a mașinilor-unelte. Aceste consecințe sînt cu atît mai evidente, cu cît frecvența inversărilor este mai mare și cu cît masele organelor în mișcare sînt mai importante.

Pe lîngă acțiunea directă asupra operatorului uman și a comportamentului funcțional al mașinilor-unelte, vibrațiile libere prezintă și importanță metodologică: parametrii dinamici ai sistemelor elastice se determină cu ajutorul ecuațiilor diferențiale liniare omogene care descriu vibrațiile libere ale sistemelor respective.

10.1.2. **Vibrații forțate.** Vibrațiile forțate apar ca urmare a acțiunii factorilor cinematici și dinamici și au o prezență permanentă în funcționarea mașinilor-unelte. Consecințele lor asupra parametrilor calitativi ai mașinilor-unelte, ca și asupra operatorului uman, impun efectuarea unui studiu aprofundat cu privire la apariția, desfășurarea și atenuarea acestei categorii de vibrații..

Considerînd că forța excitatoare $F(t)$ de variație arbitrară acționează asupra unui sistem elastic cu un singur grad de libertate (fig. 10.2, *a*), se poate scrie următoarea ecuație diferențială:

$$m\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}+h\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}+kx=F(t), \tag{10.2}$$

în care: m reprezintă masa echivalentă a sistemului; h — coeficientul de proporționalitate a forței de frecare cu viteza de deplasare a masei m; k — constanta elastică a sistemului elastic.

Aceeași ecuație se poate scrie sub forma

$$\frac{\mathrm{d}x^2}{\mathrm{d}t^2}+2\delta p\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}+p^2x=f(t) \tag{10.3}$$

unde: $$\delta=\frac{h}{2\sqrt{mk}};\quad p=\sqrt{\frac{k}{m}};\quad f(t)=\frac{F(t)}{m}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Soluția ecuației diferențiale este:

$$x = A\ e^{-\delta pt} \sin (p\sqrt{1-\delta^2}\ t + \varphi_0) + \frac{1}{p\sqrt{1-\delta^2}} \int_0^t e^{-p\delta(t-\tau)} \cdot$$

$$\cdot f(\tau) \sin p\sqrt{1-\delta^2}\ (t-\tau)d\tau. \qquad (10.4)$$

Primul termen al expresiei (10.4) descrie procesul tranzitoriu, rezultat ca urmare a acțiunii forței excitatoare $F(t)$ asupra sistemului elastic cu un singur grad de libertate. Datorită factorului $e^{-\delta pt}$, acest termen se micșorează după un anumit timp t, pînă la valori neglijabile. Studiul vibrațiilor forțate, reprezentînd procesul staționar al acțiunii forței excitatoare asupra aceluiași sistem elastic, se face luîndu-se în considerare numai cel de al doilea termen al soluției ecuației diferențiale.

Dacă forța excitatoare se poate exprima printr-o funcție sinusoidală, adică $F(t) = P_0 \sin\omega t$ (P_0 este amplitudinea forței excitatoare, iar ω — pulsația de variație a acesteia), soluția particulară x_1 a ecuației diferențiale de mai sus devine:

$$x_1 = A \sin (\omega t - \varphi) = \frac{P_0}{k} \frac{1}{4\delta\sqrt{\varkappa^2 + (1-\varkappa^2)^2}} \cdot \sin (\omega t - \varphi), \qquad (10.5)$$

unde $\varphi = \text{arc tg}\ \dfrac{2\delta\varkappa}{1-\varkappa^2}$ reprezintă diferența de fază între forța excitatoare și deformație; $\varkappa = \omega/p$ — parametru adimensional, proporțional cu pulsația forței excitatoare.

Din expresiile de mai sus se constată că amplitudinea vibrațiilor forțate depinde de parametrii sistemului elastic, de mărimea forței excitatoare și de pulsația acesteia din urmă.

Graficele dependenței amplitudinii A de parametru $\varkappa$, numite curbe de rezonanță, pentru diferite valori ale raportului de amortizare δ, sînt prezentate în fig. 10.2, *b*.

Se poate arăta că valoarea maximă a amplitudinii vibrațiilor forțate este dată de expresia

$$A_{max} = \frac{1}{2\delta\sqrt{1-\delta^2}}. \qquad (10.6)$$

Cum, în general, se consideră că rezonanța se produce atunci cînd pulsația forței excitatoare este egală cu pulsația proprie a sistemului fără frecare ($\varkappa = 1$), se constată că amplitudinea maximă a vibrațiilor forțate, în cazul unui sistem real (în care raportul de amortizare $\delta < 0{,}25$), se produce în apropierea rezonanței. Pentru $\delta = 0{,}25$, depărtarea între abscisele valorilor maxime și de rezonanță ale amplitudinilor vibrațiilor forțate nu depășește 8%. Rezultă deci că eroarea care se face în determinarea practică a pulsațiilor

Scanned with OKEN Scanner

proprii ale sistemelor după valorile maxime ale amplitudinilor vibrațiilor forțate este mică.

Studiul vibrațiilor forțate pentru sistemele elastice cu mai multe grade de libertate se face pe un sistem de ecuații diferențiale analoage ecuației scrise pentru sistemul cu un grad de libertate.

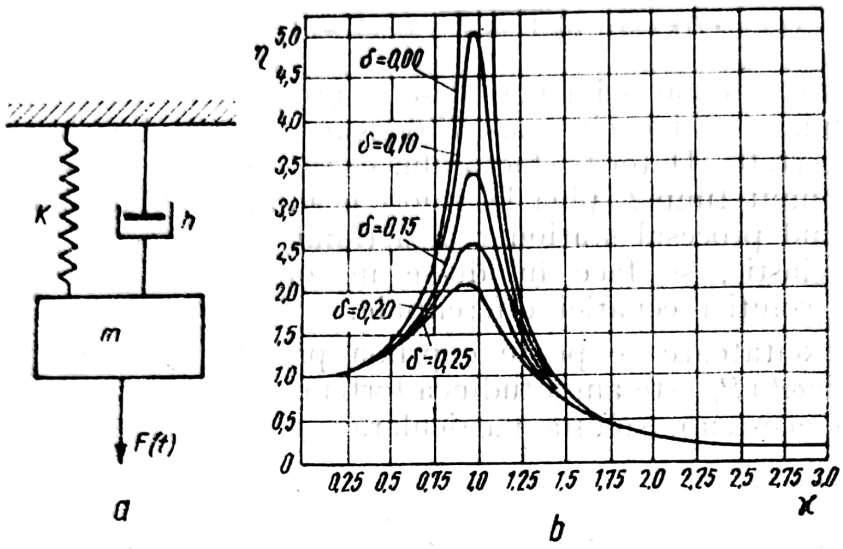


Fig. 10.2

După sursele de excitație, vibrațiile forțate care apar în funcționarea mașinilor-unelte pot fi:

a) *Vibrații forțate care nu depind de procesul de așchiere.* Apariția lor este legată de transmiterea vibrațiilor de la alte mașini și instalații vecine, de acțiunea forțelor de inerție care apar ca urmare a mișcărilor de rotație a maselor neechilibrate din lanțurile cinematice ale mașinilor-unelte. Această categorie de vibrații apare ca urmare a fixării defectuoase a mașinilor-unelte pe fundație, a imperfecțiunilor tehnologice de prelucrare și asamblare ale organelor mașinilor-unelte, a unor particularități constructive ale mașinii (montări ale roților pe arbori cu ajutorul penelor, prezența camelor, excentricelor etc.).

b) *Vibrațiile forțate care depind de procesul de așchiere.* Apariția lor este legată de numeroși factori. Dintre aceștia, cei mai importanți sînt: variația adaosului de prelucrare, variația periodică a secțiunii așchiei (particularitate a operațiilor de frezare, broșare), variația durității materialului de prelucrat etc.

Experimental, vibrațiile forțate care nu depind de procesul de așchiere pot fi puse în evidență la funcționarea în gol a mașinii-unelte.

Analiza rezultatelor cercetărilor experimentale ale vibrațiilor pardoselelor din secțiile de prelucrare pe mașini-unelte, în dotarea cărora intră cele mai diverse utilaje, a stabilit că spectrul acestor vibrații este foarte complex, cuprinzînd componente periodice, aleatorii și șocuri.

În fig. 10.3 se prezintă curbele valorilor maxime ale amplitudinilor vibrațiilor înregistrate pe pardoseala uneia din secțiile de prelucrare prin așchiere [53].

Scanned with OKEN Scanner

Curbele *1* au fost stabilite în zone dispuse la 10...15 m de traseul mijloacelor de transport, curbele *2* — la 30...40 m, iar curbele *3* — la aproximativ 150 m.

Din graficele prezentate, se constată că spectrul vibrațiilor pardoselilor cuprinde frecvențe între 1,0 și 40 Hz, cu amplitudini ce variază între 0,5 15 μm. Este aproape inevitabil ca una din frecvențele acestui spectru să nu se găsească în apropierea frecvenței proprii a vreunui sistem elastic parțial al mașinilor-unelte. De cele mai multe ori, această frecvență proprie este cea mai mică între frecvențele proprii ale sistemului elastic și depinde, în principal, de modul de fixare a mașinii-unelte pe fundație. Transmiterea vibrațiilor de la fundație la elementele constructive ale mașinii-unelte se face prin intermediul batiului. În acest fel, efectele vibrațiilor transmise prin fundație sînt dependente și de caracteristicile dinamice ale mașinilor-unelte.

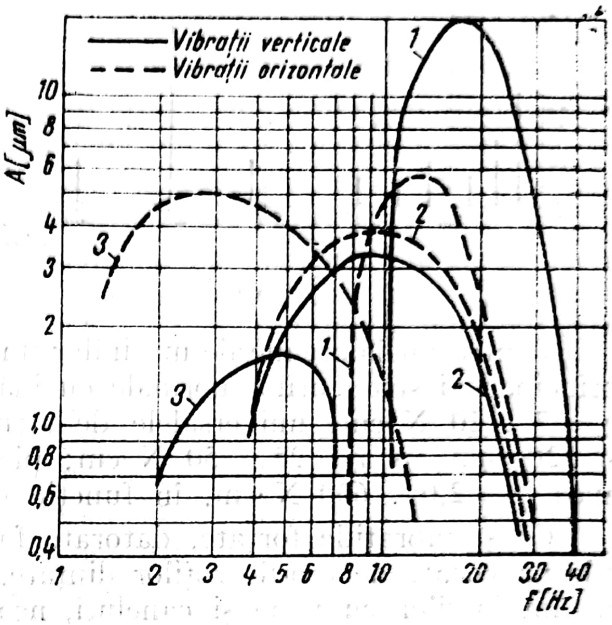


Fig. 10.3

Funcționarea în regim staționar a motoarelor electrice de acționare a lanțurilor cinematice este însoțită de fenomene care constituie surse de vibrații forțate pentru sistemul elastic al mașinilor-unelte. Natura fenomenelor respective poate fi: *mecanică* (datorate dezechilibrului static și dinamic al pieselor aflate în mișcare de rotație, erorilor de execuție a acestora, caracterului funcționării rulmenților din lagăre și erorilor lor, erorilor de asamblare a motorului etc.), *aerodinamică* (provocate de turbulența aerului de răcire la trecerea prin interstițiul dintre rotor și stator), *electromagnetică* (datorate variației cvasisinusoidale a fluxului magnetic ce străbate fiecare conductor al înfășurărilor rotorului și statorului).

Suprapunerea tuturor acestor fenomene duce la apariția unui spectru larg de forțe și momente excitatoare. Cercetările experimentale privind nivelul excitațiilor motoarelor trifazate cu rotor în scurt circuit, avînd puterea de la 0,5 la 7,5 kW, au arătat că spectrul de frecvențe este cuprins între 16 și 530 Hz, ceea ce poate fi extins și pentru motoarele de curent continuu, utilizate în acționarea mașinilor-unelte. În spectrul de frecvențe al excitațiilor motoarelor electrice, totdeauna pot fi diferențiale cinci-șase componente, excitația maximă putînd să apară și pentru frecvențele superioare turației motorului (fig. 10.4).

Pentru motoarele electrice din categoria amintită mai sus, forța excitatoare reprezintă 200—220 N, iar momentul maxim 30—35 Nm. Valorile

Scanned with OKEN Scanner

forțelor și ale momentelor excitatoare, provocate de motoarele electrice din aceeași serie, gabarit, lungime etc. și în aceeași frecvență, pot varia de la simplu la triplu.

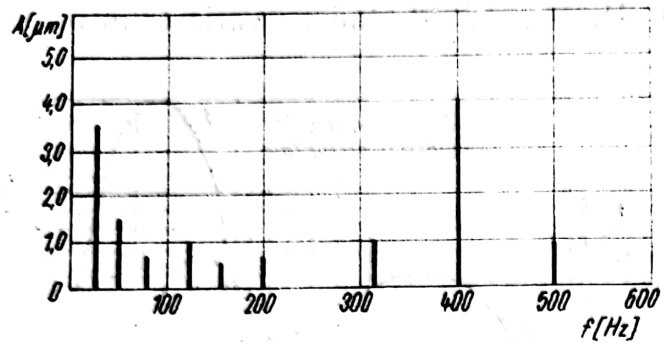


Fig. 10.4

Vibrațiile forțate datorate dezechilibrului maselor aflate în mișcare de rotație (arborilor, pietrelor de rectificat, semifabricatelor etc.) sînt provocate de forțe excitatoare, a căror amplitudine P_0 este dată de relația

$$P_0 = 1{,}1 \cdot 10^{-5} q \cdot n^2 \text{ [N]}, \quad (10.7)$$

unde q este dezechilibrul organului în mișcare de rotație, în N·cm; n — turația acestuia, în rot/min.

Pentru unele organe ale mașinilor-unelte, dezechilibrul reprezintă: arborii principali ai strungurilor normale cu înălțimea centrelor de 200...500 mm, $q = 7...20$ N·cm; universalele de strung cu diametrul cuprins între 240 și 320 mm au $q = 25...50$ N·cm; pietrele de rectificat neechilibrate pot avea $q = 2{,}0...600$ N·cm, în funcție de diametrul lor.

Ca și vibrațiile forțate, datorate factorilor excitatori indicați anterior, cele provocate de erorile roților dințate, neuniformitățile curelelor, imprecizia îmbinărilor cu pene și caneluri, neaxialității cuplajelor, neuniformității corpurilor de rulare și ondulațiilor căilor de rulare ale rulmenților, ghidajelor de rulare și alunecare etc., au un spectru de frecvențe foarte larg.

Funcționarea în condiții reale ale roților dințate este însoțită de fenomene dinamice foarte complexe, asupra cărora o influență deosebită o au deformațiile elastice ale arborilor pe care acestea sînt montate, erorile de pas, erorile de profil, excentricitatea roților, variația rigidității angrenajului etc. Datorită acestor factori, componența variabilă a forțelor din angrenaje poate să depășească cu 100% eforturile statice calculate, creîndu-se premisele apariției unor vibrații cu intensitate mare. La intrarea dinților în angrenare, experimental, au fost puse în evidență două zone distincte de rezonanță. Una corespunde frecvenței proprii subsistemului elastic al dinților, iar cealaltă corespunde frecvenței proprii a roților dințate împreună cu arborii pe care acestea sînt montate. Valorile acestor frecvențe depind de masele și momentele de inerție reduse ale lanțului cinematic și de rigiditățile respective.

În spectrul vibrațiilor, înregistrat la funcționarea în gol a mașinilor-unelte, se pot pune în evidență vibrațiile introduse de curele, care transmit mișcarea între motor și mecanismul de reglare al lanțului cinematic. Pulsațiile proprii p_n ale curelelor se determină cu relația:

$$p_n = \frac{\pi n}{l} \sqrt{\frac{S}{m}}. \quad (10.8)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde n reprezintă numărul de ordine al pulsației proprii ($n = 1, 2, 3, 4 \ldots$); l — lungimea curelei măsurată între punctele de tangență cu roțile; S — tensiunea din curea; m — masa curelei.

Studiul experimental al vibrațiilor forțate introduse de curele a stabilit că spectrul vibrațiilor acestora conține și vibrațiile introduse de către motorul electric de acționare, intensitatea acestora din urmă fiind amplificată cu 20—30%, dar numai pe direcția de transmitere a mișcării. Trebuie menționat că efectul vibrațiilor forțate introduse de curelele trapezoidale este mai complex și mai pronunțat decît cel datorat curelelor late.

Vibrațiile forțate rezultate în urma impreciziei rulmenților, îmbinărilor cu pene și caneluri, neaxialității cuplajelor etc. au caracteristic faptul că parametrii lor sînt determinați de forma geometrică reală a organelor în contact ale mașinii-unelte și de cinematica mișcărilor respective.

Tot din categoria vibrațiilor forțate independente de procesul de așchiere mai fac parte vibrațiile datorate pulsațiilor pompelor în sistemele hidraulice de acționare sau ungere, precum și cele datorate variațiilor legii de mișcare a mecanismelor acționate cu came, cruce de Malta, lanțuri etc. Caracteristica acestor vibrații constă în faptul că ele apar ca urmare a unor particularități constructive ale mașinilor-unelte, spre deosebire de cele enumerate anterior, care sînt consecința imperfecțiunilor proceselor tehnologice de executare și montare ale organelor și ansamblurilor mașinilor-unelte.

Vibrațiile forțate care depind de procesul de așchiere sînt datorate: variației secțiunii așchiei la frezare și broșare; variației periodice a secțiunii așchiei la strunjirea semifabricatelor excentrice, la prelucrarea cu piatră de rectificat excentrică, cu freză excentrică etc.; variației așchiei la prelucrarea suprafețelor întrerupte sau a semifabricatelor cu adaos de prelucrare variabil; variației vitezei de așchiere sau a direcției de avans la mașinile-unelte de copiat sau cu comanda după program; variației vitezei de așchiere sau a unghiurilor de așchiere la prelucrarea prin strunjire a suprafețelor frontale sau a pieselor de formă necirculară (a laminatelor hexagonale, pătrate) etc.

Dependența acestei vibrații de particularitățile procesului tehnologic face ca evitarea apariției lor să nu fie posibilă decît în foarte rare cazuri.

Vibrațiile forțate, provocate de diverși factori excitatori dependenți sau independenți de procesul de așchiere, apar și se desfășoară concomitent, ceea ce face ca fenomenele vibratorii să aibă un caracter complex, iar consecințele lor trebuie evaluate în toate fazele funcționării mașinilor-unelte.

10.1.3. **Autovibrații.** Autovibrațiile sînt vibrații întreținute, datorate unor factori excitatori, generați de însăși mișcarea vibratorie.

După natura factorilor excitatori, autovibrațiile ce apar în sistemele elastice ale mașinilor-unelte pot fi:

— autovibrații care apar în procesul de așchiere, ca urmare a interdependenței dintre mărimea forței de așchiere și deplasarea relativă dintre sculă și semifabricat;

— autovibrații datorate procesului de frecare prin caracterul dependenței dintre forța de frecare și viteza de alunecare din cuplurile cinematice;

Scanned with OKEN Scanner

— autovibrații datorate defazajului dintre variația forței și a deplasării relative dintre sculă și semifabricat, sanie și ghidaj, fus și lagăr etc.

Esența autovibrațiilor din prima categorie poate fi explicată pe un sistem elastic cu minimum două grade de libertate. Modelul echivalent reprezentat în fig. 10.5 presupune piesa absolut rigidă, iar scula, suportul său și întregul lanț cinematic ca un punct material susținut de două resoarte, care acționează pe direcțiile a două coordonate normale.

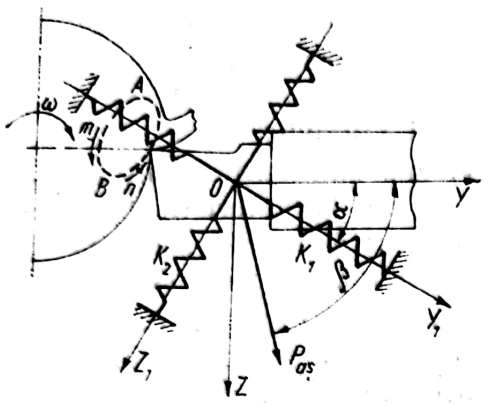


Fig. 10.5

Autovibrațiile apar datorită faptului că forța de așchiere $P_{aș}$ este potențială, adică este o funcție a coordonatelor generalizate ale sistemului elastic al mașinii-unelte. În acest fel, forța de așchiere este capabilă să efectueze lucrul mecanic necesar întreținerii vibrațiilor sistemului elastic. Spre exemplu, la variația forței de așchiere $P_{aș}$, datorată unei cauze oarecare, prin acțiunea forțelor dezvoltate de cele două resoarte, fiecare punct al muchiei așchietoare a sculei va descrie o curbă închisă, de cele mai multe ori aproximată cu o elipsă. Dacă mișcarea de vibrație a muchiei așchietoare se produce pe ramura AmB a curbei, atunci forța de așchiere efectuează lucrul mecanic pozitiv, deoarece direcția sa coincide cu direcția vitezei de așchiere. La parcurgerea ramurii BnA, lucrul mecanic produs de forța de așchiere este negativ. Dar, la parcurgerea de către muchia așchietoare a ramurii de curbă AmB, forța de așchiere este mai mare decît la parcurgerea ramurii BnA, deoarece adîncimea de așchiere este mai mare. În acest fel, după un ciclu de vibrație lucrul mecanic rezultat este pozitiv și energia rezultată întreține procesul vibrator. Parcurgerea în sens invers a curbei închise de către muchia așchietoare provocă lucru mecanic negativ și mișcarea vibratorie din sistem se amortizează.

Apariția autovibrațiilor în modelul prezentat este condiționată de valorile rigidităților celor două resoarte, de raportul lor, ca și de poziția direcției rigidității minime față de vectorul forței de așchiere.

Experimental și prin calcul s-a stabilit că frecvența procesului autovibrator este foarte apropiată frecvenței proprii a sistemului elastic fără a fi egală cu ea. Amplitudinea autovibrațiilor este determinată de mărimea energiei introduse în sistem, depinzînd astfel și de parametrii procesului de așchiere — viteza de așchiere v, avansul s și adîncimea de așchiere t. Parametrul tehnologic care influențează deosebit de puternic amplitudinea autovibrațiilor este adîncimea de așchiere (fig. 10.6).

Adîncimea de așchiere, la care stabilitatea la vibrații a sistemului elastic este depășită, a fost denumită adîncime critică de așchiere și este adoptată drept parametru de evaluare a stabilității la vibrații a sistemului elastic al mașinilor-unelte.

Scanned with OKEN Scanner

Autovibrațiile datorate procesului de frecare se manifestă sub forma unei mișcări sacadate (fig. 10.7, *a*), ce apare la deplasarea ansamblurilor mobile cu viteze sub o anumită valoare critică.

Mișcarea sacadată se caracterizează prin următorii parametri (fig. 10.7, *b*): perioada, care reprezintă suma duratei t_1 a saltului și t_2 a imobilității ele-

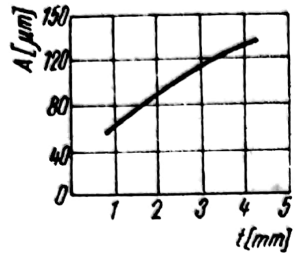
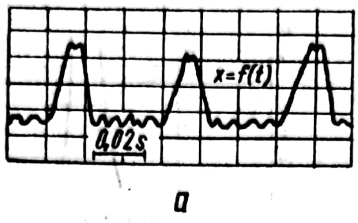
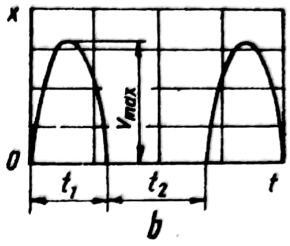


Fig. 10.6



a



b

Fig. 10.7

mentelor cuplului cinematic; viteza maximă v_{max}, realizată în timpul unui salt; valoarea saltului s reprezentînd produsul $t_1 v_{max}$. Orientativ, parametrii mișcării sacadate pot fi determinați pe baza ecuației diferențiale scrise pentru sistemul cu un grad de libertate.

Autovibrațiile datorate defazajului între variația forței și a deplasării se pot pune în evidență în lanțurile cinematice de copiere hidraulice, mecanice, hidromecanice etc. Apariția lor este favorizată de prezența în sistemul elastic a neliniarităților de tipul jocurilor, insensibilităților, histerezisului [38].

Fenomenele autovibratorii, care însoțesc funcționarea în gol sau în sarcină a mașinilor-unelte, sînt, după cum numai parțial rezultă din succinta lor prezentare, diverse și deosebit de complexe. Complexitatea fenomenelor autovibratorii se datorează numărului mare de factori, care participă în procesul dinamic, implicațiilor lor, cu interdependențe foarte complicate și intime.

10.2. Acțiunile vibrațiilor asupra corpului uman

10.2.1. **Mecanismul transmiterii vibrațiilor.** Mișcarea vibratorie a sistemelor elastice rezultă din interacțiunea forțelor elastice cu forțele de inerție. Elementele sistemelor elastice acumulează energia potențială, pe care o redau sub forma energiei cinetice. Aceasta din urmă se propagă în mediul solid adiacent pe calea undelor longitudinale și transversale. Evaluarea gradului de propagare a energiei de vibrație este foarte complicată. De aceea, în acest scop, se definește noțiunea de transmisibilitate a forței [7]. Astfel, pentru sistemul elastic cu un grad de libertate (fig. 10.8, *a*), forța F_T, ce apare în pardoseală sau fundație, ca urmare a acțiunii forței excitatoare $F_0 \sin \omega t$, aplicată masei m, va fi:

$$N = kx + hx, \tag{10.9}$$

Scanned with OKEN Scanner

sau $$F_T = \frac{F_0}{\sqrt{\left(1-\frac{\omega^2}{p^2}\right)^2 + \frac{h^2}{km}\cdot\left(\frac{\omega}{p}\right)^2}}\left[\sin(\omega t-\gamma) + \frac{h\omega}{mp^2}\cos(\omega t-\gamma)\right], \tag{10.10}$$

unde γ reprezintă defazajul variației forțelor F_T și F_0.

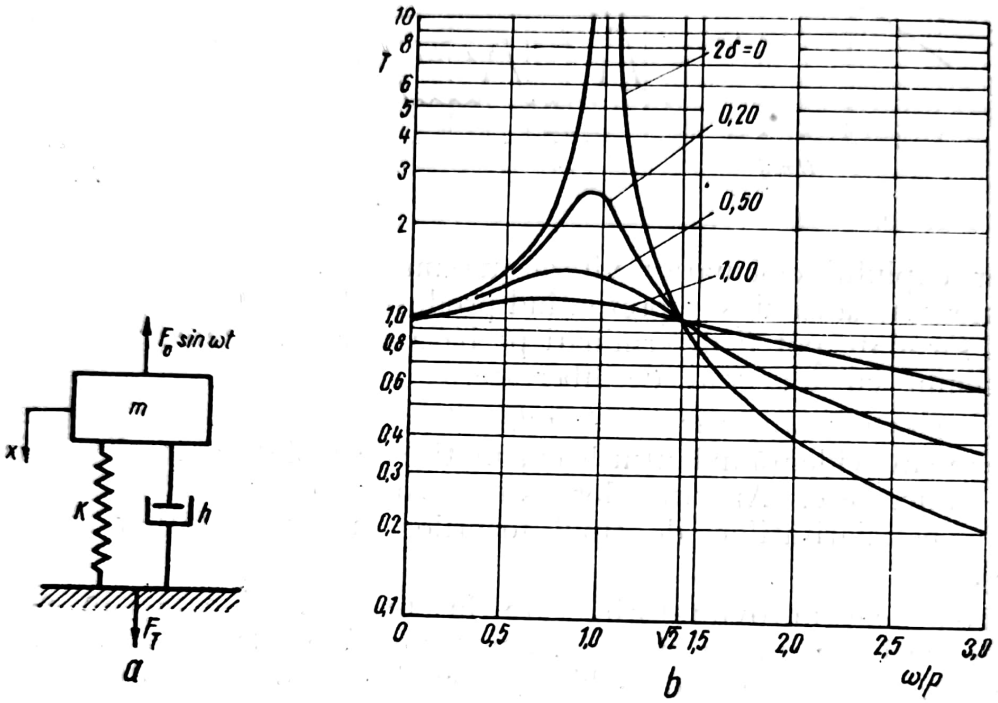


Fig. 10.8

Raportul dintre amplitudinile forțelor F_T și F_0 reprezintă transmisibilitatea forței. Pe baza relației (10.10) se stabilește:

$$T = \frac{|F_T|_{max}}{F_0} = \sqrt{\frac{1+\frac{h^2}{km}\left(\frac{\omega}{p}\right)^2}{\left(1-\frac{\omega^2}{p^2}\right)^2 + \frac{h^2}{k\cdot m}\left(\frac{\omega}{p}\right)^2}}. \tag{10.11}$$

Reprezentarea grafică a transmisibilității forței T este dată în fig. 10.8, *b*. Din analiza graficelor se constată că toate curbele, independent de valoarea coeficientului de amortizare, trec prin punctul de coordonate. $(\sqrt{2}, 1)$; pentru $\omega/p < \sqrt{2}$, $T > 1$ și amortizarea din sistem diminuează forța ce se transmite pardoselii; pentru $\omega/p > \sqrt{2}$, se obține $T < 1$, valoarea transmisibilității crescînd odată cu mărimea amortizării.

În mod similar se poate pune și problema inversă; pardoseala se află în mișcare vibratorie, iar aceasta se transmite batiului mașinii-unelte

De această dată, transmisibilitatea reprezintă raportul X_0/U_0 dintre amplitudinile mișcărilor vibratorii ale mașinii și respectiv pardoselii. Expresia transmisibilității T este identică cu (10.11) prezentată anterior.

Sistemul elastic al mașinilor-unelte este format din cîteva subsisteme, purtătoare de factori excitatori și capabile să transmită vibrații celorlalte elemente constitutive ale ansamblului mașinii. Spre exemplu, mașinile de rectificat rotund exterior au sensibilitate sporită la vibrațiile de pe direcția orizontală, paralelă la normala pe suprafața de așchiere. În acest caz, în ansamblul mașinilor se pot distinge două subsisteme elastice, formate de: 1) batiu împreună cu masa mașinii; 2) ansamblul păpușii portpiatră (fig. 10.9).

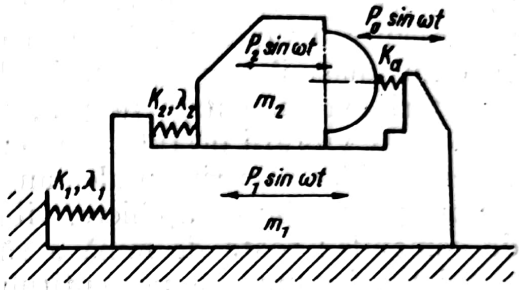


Fig. 10.9

Fiecare dintre cele două subsisteme reprezintă suportul unor factori excitatori, la care se adaugă excitațiile pardoselii sau fundației și ale procesului de așchiere, din zona de contact piesă-sculă. Urmărindu-se nivelul vibrațiilor ansamblului batiului, cu masa m_1, pe care se dispune majoritatea elementelor

Tabelul 10.1

Transmiterea vibrațiilor asupra masei m_1 (fig. 10.9) în cazul acțiunii diverșilor factori excitatori

Excitația	Transmisibilitatea, T
$P_1 \sin \omega t$	$\dfrac{\dfrac{K_2}{m_2} - \omega^2}{m_1 \left[\left(\dfrac{K_1}{m_1} - \omega^2 \right) \left(\dfrac{K_2}{m_2} - \omega^2 \right) - \dfrac{k_2}{m_2} \omega^2 \right]}$
$P_2 \sin \omega t$	$\dfrac{\dfrac{K_2}{m_2}}{m_1 \left[\left(\dfrac{K_1}{m_1} - \omega^2 \right) \left(\dfrac{K_2}{m_2} - \omega^2 \right) - \dfrac{K_2}{m_2} \omega^2 \right]}$
$P_0 \sin \omega t$	$\dfrac{\omega^2}{m_1 \left[\left(\dfrac{K_1}{m_1} - \omega^2 \right) \left(\dfrac{K_2}{m_2} - \omega^2 \right) - \dfrac{K_2}{m_2} \omega^2 \right]}$

de comandă ale mașinii, în tabelul 10.1, se prezintă expresiile transmisibilității vibrațiilor în cazul acțiunii forței excitatoare asupra batiului ($P_1 \sin \omega t$), păpușii portpiatră ($P_2 \sin \omega$) și în zona de contact piesă-sculă ($P_0 \sin \omega t$).

Scanned with OKEN Scanner

Vibrațiile batiului se transmit elementelor de comandă manuală ale mașinii și, prin mînă, acționează asupra corpului operatorului uman.

În mod similar se poate prezenta transmiterea vibrațiilor între elementele constitutive ale sistemelor elastice ale mașinilor-unelte, cuprinzînd întreaga complexitate a acestora. Dar, în scopul evidențierii acțiunii vibrațiilor asupra organismului operatorului uman, trebuie acordată atenție stabilirii nivelului mișcărilor vibratorii de pe carcasele batiurilor, cutiilor de viteze și de avansuri, al pardoselii sau fundației, în zona de lucru, al platformelor pentru muncitori, în cazul mașinilor-unelte mari, al elementelor de comandă manuală. Astfel, cercetări experimentale proprii, efectuate pe cîteva tipuri de strunguri, au evidențiat vibrații destul de puternice ale elementelor de comandă. În cadrul investigațiilor experimentale, au fost urmărite, la funcționarea în gol și în timpul procesului de așchiere, vibrațiile, îndeosebi, ale următoarelor elemente de comandă: roata de mînă a căruciorului (*I*), a saniei transversale (*II*), a saniei longitudinale a portcuțitului (*III*) și a păpușii mobile (*IV*). Valorile medii pătratice ale amplitudinilor (A) și accelerațiilor (a) ale vibrațiilor forțate, măsurate pe elementele menționate mai sus, la funcționarea în gol a unui strung de tip SN 500, sînt consemnate în tabelul 10.2. Experiențele au fost efectuate la toate turațiile arborelui principal; la întocmirea tabelului, au fost alese numai valorile mai semnificative.

Tabelul 10.2

Parametrii vibrațiilor unor elemente de comandă manuală ale strungului SN 500 la funcționarea în gol

Nr. crt.	Elementul de comandă	Turația arborelui principal, în rot/min									
		630		800		1000		1250		1600	
		A, în μm	a, în m/s²	A, în μm	a, în m/s²	A, în μm	a, în m/s²	A, în μm	a, în m/s²	A, în μm	a, în m/s²
1	*I*	7,9	0,035	13,5	0,095	11,3	0,126	16,3	0,287	17,7	0,505
2	*II*	8,1	0,035	12,0	0,085	11,7	0,13	14,1	0,249	12,7	0,362
3	*III*	14,9	0,066	12,7	0,090	16,3	0,182	19,1	0,337	21,2	0,605
4	*IV*	11,3	0,50	12,0	0,085	14,9	0,166	14,1	0,249	14,1	0,402

Pentru a stabili nivelul vibrațiilor în procesul de așchiere, au fost executate patru operații tipice pentru strunguri, pe o piesă din OLC 45, utilizîndu-se un cuțit prevăzut cu plăcuță din P10 și un burghiu din OSC 10 cu diametrul de 20 mm. Parametrii procesului de așchiere adoptați au fost: la strunjire, în toate cazurile, $v_{aș\ max} = 251{,}2$ m/min, $t = 5$ mm; la găurire $v_{aș} = 12{,}56$ m/min; avansul a fost efectuat manual atît la strunjire cît și la găurire. Valorile medii pătratice ale amplitudinilor și accelerațiilor vibrațiilor, măsurate pe aceleași elemente de comandă manuală, sînt indicate în tabelul 10.3.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 10.3

Parametrii vibrațiilor unor elemente de comandă ale strungului SN 500 în procesul de așchiere

Nr. crt.	Elementul de comandă	Operația	A, în μm	a, în m/s^2
1	*I*	Strunjire longitudinală	30	0,151
2	*II*	Strunjire frontală	48	0,230
3	*III*	Strunjire conică (15°)	100	0,502
4	*IV*	Găurire	80	0, 025

Din analiza valorilor parametrilor vibrațiilor, consemnate în tabelele 10.2 și 10.3, se constată o creștere a amplitudinilor și accelerațiilor mișcărilor vibratorii ale elementelor de comandă, odată cu mărirea turației arborelui principal. Acest lucru se explică prin mărirea forțelor de excitație, ca urmare a creșterii vitezei unghiulare a arborilor din cutia de viteze a strungului. De asemenea, se constată că, în procesul de așchiere, atît amplitudinile, cît și accelerațiile vibrațiilor elementelor de comandă, au creșteri considerabile (de peste 200%). În același sens, este de remarcat că roata de mînă a saniei longitudinale a portcuțitului are vibrații mai puternice decît celelalte elemente de comandă ale strungului. În general, se poate aprecia că valorile amplitudinilor și accelerațiilor vibrațiilor elementelor de comandă ale strungului sînt suficient de mari pentru a avea un efect sesizabil asupra organismului operatorului uman.

10.2.2. **Efectele vibrațiilor asupra corpului uman.** Aprecierea consecințelor acțiunii vibrațiilor asupra omului este foarte dificilă, deoarece corpul uman se prezintă din punct de vedere fizic și biologic ca un sistem deosebit de complex. La aceasta se adaugă faptul că vibrațiile mașinilor-unelte se desfășoară într-un spectru larg de frecvențe, amplitudinile au o distribuție aleatorie, iar direcțiile de acțiune sînt variabile în timp. Mai mult, perceperea vibrațiilor are un caracter subiectiv, fiind funcție de caracteristica individuală a organismului, de poziția corpului față de direcția de acțiune, de continuitatea propagării, ca și de durata lor de acțiune.

Cu toate dificultățile de abordare a acestei probleme, în ultima perioadă, i s-a acordat o atenție sporită, deoarece a devenit de necontestat că vibrațiile mecanice sînt supărătoare pentru om, iar cînd parametrii lor depășesc anumite limite, devin deosebit de periculoase. În acest sens, a fost elaborată — recomandarea ISO-2631/1974, în care se stabilesc valorile limită ale accelerațiilor în cazul expunerii corpului omenesc la acțiunea vibrațiilor cu frecvență în domeniul 1...80 Hz, durata variind între 1 minut și 12 ore. Recomandările au în vedere vibrațiile transmise întregului corp, omul stînd în picioare, pe scaun sau culcat. În domeniul mașinilor-unelte, caracteristice sînt numai primele două poziții de lucru. Pentru a evidenția rolul direcției mișcărilor vibratorii,

Scanned with OKEN Scanner

se constituie sistemul de referință rectangular, a cărui origină se plasează în zona inimii omului (fig. 10.10).

Din acest punct de vedere, vibrațiile pot fi: longitudinale, ce se propagă pe direcția de la picioare spre cap (Z); orizontale, perpendiculare pe piept (X);

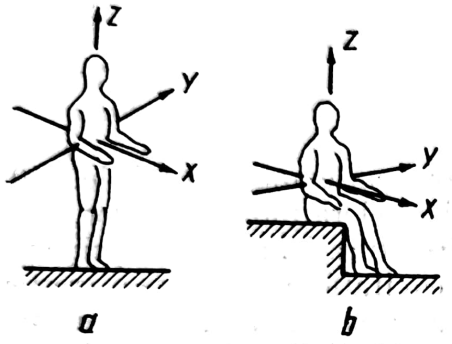


Fig. 10.10

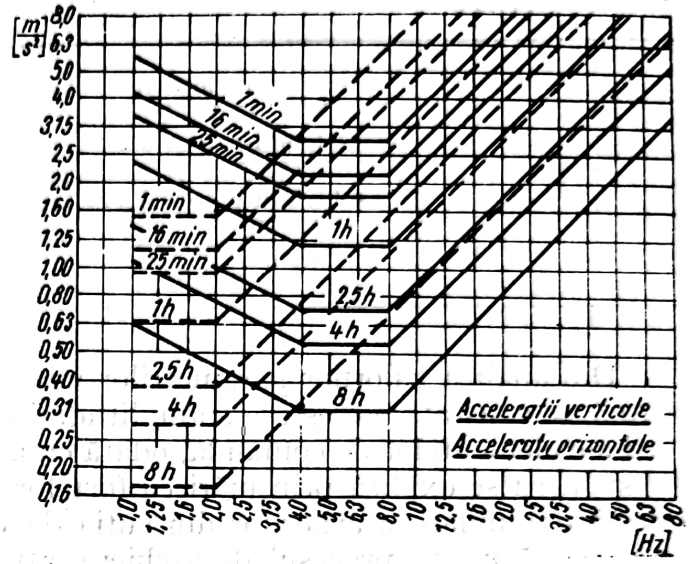


Fig. 10.11

orizontale, stînga-dreapta (Y). Simbolurile a_x, a_y, a_z reprezintă componentele accelerației vibrațiilor pe cele trei axe X, Y și Z.

În cadrul recomandărilor ISO, efectul nociv al vibrațiilor asupra omului este gradat în trei trepte: a) pragul de percepere (limita confortului minim); b) pragul de oboseală (limita randamentului normal de lucru); c) pragul de nocivitate (limita apariției pericolului pentru sănătate). În fig. 10.11 se prezintă limitele pentru pragul de oboseală, în funcție de valoarea eficace a accelerației, corespunzînd cîtorva valori ale duratei de expunere.

Dacă interesează pragul de nocivitate (pericolul pentru sănătate), valorile accelerațiilor se înmulțesc cu 2 (6 dB); pentru pragul de percepere, valorile accelerațiilor se împart cu 3,15 (10 dB). Pe graficele valorilor limită ale accelerațiilor, reprezentate în fig. 10.11, se constată că, în cazul vibrațiilor de pe direcție verticală, corpul omenesc are sensibilitate maximă la frecvențele cuprinse între 4 și 8 Hz, în timp, ce, pe direcție orizontală, efectul maxim îl au vibrațiile cu frecvențe între 1 și 2 Hz.

Trebuie precizat că parametrii vibrațiilor se stabilesc în punctul de intrare în corp, iar limitele prezentate se referă la mișcările vibratorii transmise întregului corp, omul stînd în picioare sau pe scaun. Acțiunea vibrațiilor transmise prin mînă este normată în recomandarea ISO/TC-108/1975, fiind funcție de durata de acțiune și frecvență. În acest caz, corpul omenesc are sensibilitate maximă între frecvențele 2,5...12 Hz, valorile limită fiind stabilite în domeniul 1...100 Hz.

Din cele prezentate mai sus, se desprinde concluzia că, pentru elucidarea consecințelor acțiunii vibrațiilor asupra corpului omenesc, interes major pre-

Scanned with OKEN Scanner

zintă domeniul de frecvențe 1...100 Hz. Vibrațiile cu frecvențe mai mici de 1 Hz provoacă reacții foarte diferite de la o persoană la alta, iar efectul vibrațiilor cu frecvențe de peste 100 Hz se percepe doar la nivelul pielii, fiind mult influențat de elementul intermediar între elementul de excitație și corpul uman (încălțăminte, mănuși, haine).

Din punct de vedere fizic, în acest domeniu restrîns de frecvențe, corpul omenesc poate fi considerat a reprezenta un sistem elastic, cu număr finit de grade de libertate, format din elemente liniare, evident, cu proprietăți diferite de la o persoană la alta. Schema simplificată a unui asemenea sistem elastic este prezentată în fig. 10.12.

În structura acestui sistem elastic simplificat sînt incluse elementele componente de bază, asupra cărora acțiunea excitațiilor se poate transmite prin picioare, în cazul muncitorului care lucrează în poziție verticală, prin bazin, în cazul muncitorului șezînd și prin brațe, în cazul atingerii elementelor de comandă manuală. Cercetări experimentale, efectuate în domeniul 1... 100 Hz, au evidențiat existența unei puternice atenuări a vibrațiilor, la transmiterea lor de-a lungul corpului omenesc. În fig. 10.13 se prezintă rezultatele obținute la 50 Hz, în cazul excitațiilor transmise prin picioare și prin mîini. Se constată că atenuarea de la picioare pînă la cap reprezintă 30 dB, iar atenuarea de la mîini pînă la cap este de aproximativ 40 dB [13].

Însă, această atenuare nu elimină mișcările vibratorii ale diferitelor părți ale corpului omenesc. În fig. 10.14 se prezintă valorile accelerațiilor la diferite frecvențe de excitație, omul stînd în picioare (fig. 10.14, *a*) sau pe scaun (fig. 10.14, *b*).

Din graficele accelerațiilor se desprinde că subsistemul cel mai solicitat al corpului omenesc pare a fi „torace-abdomen", care are o zonă de rezonanță în domeniul 3...6 Hz. La aceste frecvențe joase, este foarte dificilă izolarea antivibratorie eficientă a persoanelor stînd în picioare sau pe scaun.

De asemenea, fenomenul de rezonanță apare în domeniul 15...25 Hz, pentru subsistemul „cap-gît", în cazul omului care lucrează pe scaun. Valoarea accelerațiilor este relativ mare, dar atenuarea este simplă și eficientă.

De menționat că, între 60 și 90 Hz, apar perturbații care sugerează rezonanța globului ochiului. Evident, acest lucru nu poate să rămînă fără urmări, dacă solicitările sînt de durată îndelungată.

Concluziile prezentate mai sus au la bază observații de natură fizică, dar efectele fiziologice și psihice impun o abordare mai profundă a problemei. În acest scop, au fost adoptate mărimi globale care asigură o apreciere mai completă a fenomenului vibrator. Astfel, intensitatea vibrației se definește prin relația

$$Z = \frac{a_0^2}{f} = 16\ \pi^2\ x_0^2\ f^3\ [\mathrm{cm^2/s^3}], \tag{10.12}$$

în care a_0 reprezintă amplitudinea accelerației; x_0 — amplitudinea vibrației; f — frecvența.

Scanned with OKEN Scanner

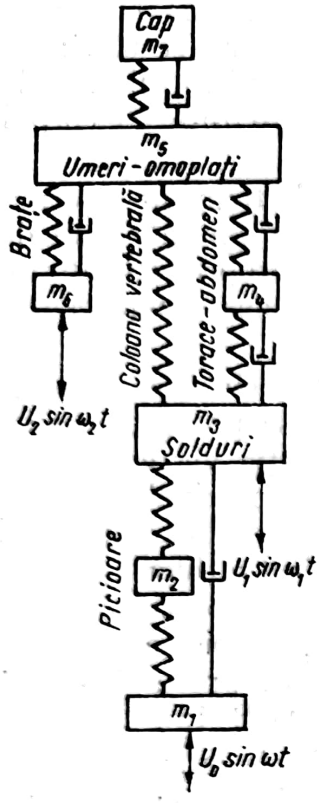


Fig. 10.12

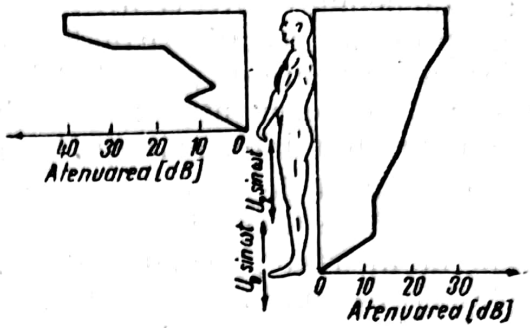


Fig. 10.13

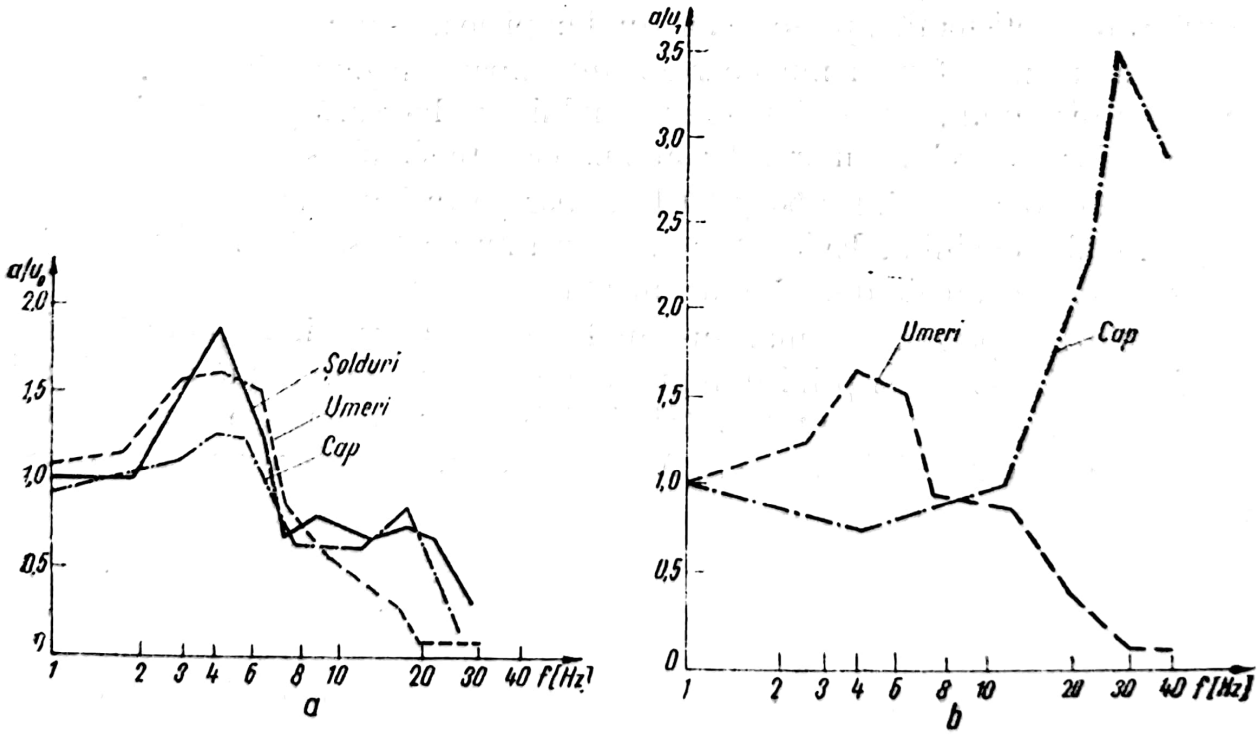


Fig. 10.14

Scanned with OKEN Scanner

Gradul de percepere a vibrațiilor de către om este apreciat prin intermediul nivelului vibrațiilor, definit astfel:

$$P = 10 \lg \frac{Z}{Z_0} [\text{pali}], \qquad (10.13)$$

unde $Z = 0{,}5$ cm²/s³ reprezintă valoarea de referință a intensității vibrației [7].

Utilizînd nivelul vibrațiilor, standardul DIN 4150, clasifică vibrațiile în felul următor:

— abia perceptibile ..... pînă la 5 pali;
— bine perceptibile ..... 10 pali;
— puternic perceptibile ..... 20 pali;
— supărătoare ..... peste 40 pali.

De asemenea, în urma unor cercetări ample [11], a fost stabilit un coeficient de percepere a vibrațiilor K, care poate fi luat drept măsură a efectului vibrațiilor asupra omului. Acest coeficient se determină în funcție de amplitudinea vibrațiilor X_0 (X_0, în mm) și frecvența f, după cum urmează [11]: pentru $f < 5$ Hz, $K = X_0 f^2$; $f \in 5 \ldots 10$ Hz, $K = 5 X_0 f$; $f \in 40 \ldots 100$ Hz, $K = 200 X_0$. Treptele de percepere a vibrațiilor de către om, ca și efectele acțiunii acestora în procesul muncii, sînt prezentate în tabelul 10.4.

Tabelul 10.4

Treptele de percepere a vibrațiilor de către om

Coeficientul de percepere K	Nivelul perceperii	Efectul vibrațiilor în procesul muncii
0,1	Abia perceptibile	Fără efect în activitate
0,1... 0,3	Perceptibile, puțin supărătoare, suportabile pe durată îndelungată	Nu împiedică lucrul
0,3...1,0	Bine perceptibile, neplăcute, pe durată îndelungată, suportabile	Împiedică lucrul într-o oarecare măsură
1 ... 3	Puternic perceptibile, neplăcute, încă suportabile	Stînjenește activitatea, dar se poate lucra
3 ... 10	Foarte puternic perceptibile, pe durată îndelungată, tolerabile cel mult o oră	Împiedică activitatea
10 ...30	Foarte neplăcute, tolerabile cel mult 10 minute	Se lucrează foarte greu
30...100	Extrem de neplăcute, suportabile cel mult un minut	Nu se poate lucra
Peste 100	Insuportabile	Nu se poate lucra

Scanned with OKEN Scanner

În tabelul 10.4 sînt consemnate principalele efecte de natură psihică și fiziologică ale vibrațiilor cum ar fi perceperea, lipsa de confort, teama, oboseala și durerea. Durerile apar, de regulă, în regiunea abdominală, în coșul pieptului, la care se adaugă dureri testiculare și de cap, îngreunarea respirației, apariția unei stări generale de neliniște și teamă.

Efectul vătămător al vibrațiilor asupra organismului uman constituie o problemă de importanță socială, căreia trebuie să i se acorde atenția cuvenită. De altfel, bolile provocate de acțiunea vibrațiilor sînt incluse în categoria bolilor profesionale.

Simptomele care apar ca urmare a tulburărilor provocate de acțiunea vibrațiilor sînt foarte diverse și nu este posibil a se crea o imagine unitară a lor. Este însă evident, că acțiunea vibrațiilor provoacă tulburări ale aparatului circulator, sistemului nervos și sistemului osos.

Cercetările au arătat că tulburările în sistemul nervos și în sistemul osos apar în cazul acțiunii vibrațiilor cu frecvențe cuprinse între 4 și 36 Hz [11], iar dereglările din aparatul circulator sînt provocate în domeniul de frecvențe 4...250 Hz [11]. Devine evident că, în acest domeniu de frecvențe, este necesar a se adopta măsuri de izolare antivibratorie, în scopul protejării eficiente a omului de acțiunea vătămătoare a vibrațiilor.

10.3. Protecția contra vibrațiilor

10.3.1. **Posibilități de protecție contra vibrațiilor.** Efectele nocive ale vibrațiilor pot fi eliminate dacă se adoptă măsuri corespunzătoare în toate fazele proiectării și execuției mașinilor-unelte, dar pot fi ameliorate substanțial și în procesul exploatării acestora. În acest ultim caz, pe lîngă alegerea regimurilor de așchiere de stabilitate maximă și adoptarea construcției optime a sculelor așchietoare, o atenție specială trebuie acordată posibilităților de mărire a amortizării în sistemul elastic al mașinilor-unelte și de izolare antivibratorie a surselor de excitație. Fără a se aduce vreo modificare construcției mașinilor-unelte, în utilizarea acestora se poate realiza îmbunătățirea stabilității dinamice, micșorarea nivelului vibrațiilor forțate și al sarcinilor dinamice, protejarea mașinilor de acțiunea surselor vibratorii puternice, prin aplicarea unor sisteme speciale de atenuare a fenomenelor vibratorii. Construcția și utilizarea sistemelor antivibratorii necesită cheltuieli materiale mici, ce nu influențează sensibil costul prelucrării pe mașini-unelte.

De obicei, sistemele de atenuare a fenomenelor vibratorii au în componența lor elemente cu o mare capacitate de disipare a energiei vibratorii, avînd în același timp rezistența la deformații impusă de sarcinile pe care trebuie să le suporte. Din acest punct de vedere, sistemele de atenuare a fenomenelor vibratorii pot prelua sarcinile ce se transmit în lanțurile cinematice ale mașinilor-unelte, sau nu preiau nici un fel de sarcini. Sistemele din prima categorie se concep sub forma unor cuplaje elastice incluse în lanțurile cinematice ale mașinilor-unelte. Cele din a doua categorie se utilizează pentru izolarea excitatorilor puternici de vibrații, prin montarea lor pe un suport amortizor, sau

Scanned with OKEN Scanner

pentru izolarea mașinilor-unelte contra vibrațiilor altor mașini, prin fixarea batiurilor lor pe suporți amortizori. Sistemele de atenuare din ultima categorie se utilizează în paralel cu fluxul de transmitere a sarcinilor în lanțurile cinematice ale mașinilor-unelte și reprezintă dispozitive de amortizare de construcție specială sau absorbitori de vibrații.

10.3.2. **Utilizarea amortizorilor și absorbitorilor de vibrații.** În toate cazurile, structura sistemelor de atenuare a fenomenelor vibratorii trebuie să cuprindă în mod obligatoriu un element elastic și altul amortizor. Ideal ar fi ca, atît caracteristicile elastice, cît și cele amortizoare necesare, să aparțină aceluiași element constructiv. Acest lucru se poate realiza prin adoptarea unor scheme pneumatice, hidraulice, electromagnetice, electrodinamice sau prin utilizarea unor materiale cu caracteristici elastice și amortizoare corespunzătoare. Concepția unor sisteme de atenuare pe baza schemelor menționate mai sus ridică unele probleme privind dimensiunile de gabarit, mărimea și constanta caracteristicii elastice etc. De aceea, de cele mai multe ori, se preferă varianta elementelor elastice și amortizoare separate. În domeniul mașinilor-unelte, cel mai frecvent, **elementele amortizoare** se concep utilizînd *frecarea uscată* și *frecarea vîscoasă*. La acestea se adaugă posibilitatea de atenuare a fenomenelor vibratorii pe baza interacțiunii dinamice a maselor aflate în mișcare vibratorie. În acest ultim caz, sistemele de atenuare poartă denumirea generală de **absorbitori dinamici.**

Principiul de funcționare a amortizorilor cu frecare uscată se bazează pe disiparea energiei de vibrație de către forța de frecare ce apare la deplasarea relativă a două suprafețe în contact. Construcția acestui tip de amortizori este relativ simplă, problema principală constînd în crearea posibilității de realizare a forței de frecare optime. În condițiile unor vibrații armonice cu pulsația ω, valoarea optimă a forței de frecare uscată F_{opt} este dată de expresia:

$$F_{opt} = \frac{2}{\pi} m \omega^2 A, \tag{10.14}$$

în care m reprezintă masa de inerție a amortizorului; A — amplitudinea sistemului elastic al mașinii-unelte.

Lucrul mecanic al forței de frecare L_f, care are rolul de a prelua energia de vibrație a sistemului elastic, va avea valoarea:

$$L_f = \frac{4}{\pi} m \omega^2 A^2. \tag{10.15}$$

Deci, capacitatea de atenuare a fenomenelor vibratorii a amortizorilor, cu frecare uscată depinde de precizia realizării valorii optime a forței de frecare funcție de amplitudinea și pulsația mișcării vibratorii a sistemului elastic. Cum forța de frecare este proporțională cu presiunea normală din îmbinare, se impune a se prevedea un sistem de reglare a forței de apăsare a celor două suprafețe în zona de contact. În fig. 10.15 se prezintă schema de principiu a doi amortizori cu frecare uscată, care asigură atenuarea vibrațiilor pe trei direcții.

Scanned with OKEN Scanner

Amortizorii de acest tip, ca de altfel toți amortizorii care nu preiau forțele din lanțurile cinematice ale mașinii-unelte, se fixează între elementul constructiv căruia trebuie să i se atenueze mișcarea vibratorie și un element care nu participă în procesul vibrator sau care se consideră a fi imobil. Pe schemele

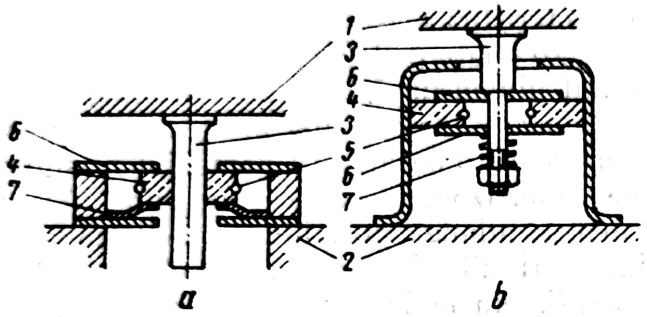


Fig. 10.15

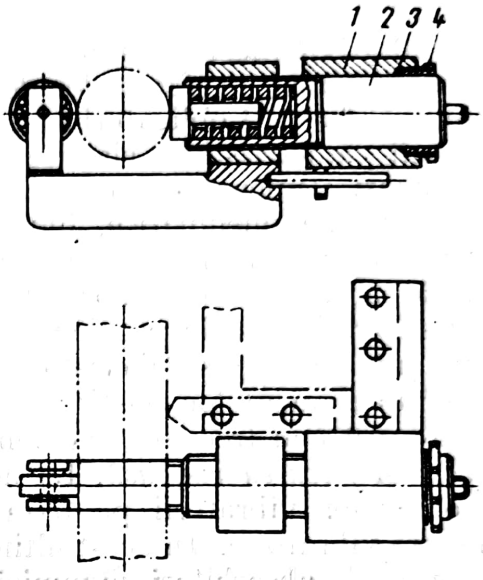


Fig. 10.16

prezentate mai sus, aceste elemente sînt indicate prin numerele *1* și respectiv *2*. Forța de frecare se creează între setul de discuri *4*, executat dintr-un material ceramic cu coeficient mare de frecare, discurile *6* și suprafața interioară a carcasei. Valoarea optimă a acesteia se realizează prin reglarea resoartelor *5* și *7*. Schema prezintă dezavantajul unor reglaje complicate a forței de frecare, ca urmare a modificării parametrilor (pulsația și amplitudinea) vibrațiilor. Acest lucru presupune reglarea tensiunii din resoartele *5* și *7*.

În fig. 10.16 se prezintă construcția altui amortizor cu frecare uscată, destinat a atenua deplasările relative dintre piesă și sculă la operația de strunjire.

Amortizorul se montează în suportul portsculă al strungului, acțiunea sa fiind pe direcția avansului de adîncime. Forța de frecare se creează la deplasare axială a tijei *2* în alezajul bucșei *1*, prin intermediul inelului din piele sau cauciuc *3*. Valoarea forței de frecare se reglează prin strîngerea inelului *3* cu ajutorul piuliței *4*. Strîngerea se efectuează de o asemenea manieră, încît să fie posibilă deplasarea manuală a tijei *2* în alezajul bucșei *1*. Valoarea forței de frecare trebuie să fie de ordinul a 10...20 daN, funcție de amplitudinea și frecvența deplasărilor relative dintre piesă și sculă.

Amortizorii cu frecare uscată prezintă dezavantajul unor dereglări frecvente, ca urmare a uzurii suprafețelor în contact și al unei eficiențe efective într-un domeniu restrîns de frecvențe și amplitudini.

Amortizorii cu frecare vîscoasă nu mai au dezavantajele menționate mai sus, dar au o construcție mult mai complicată. În acest caz, amortizarea se realizează pe baza rezistenței la deplasarea relativă a două suprafețe, separate

printr-un strat de lichid a rezistenței trecerii lichidului prin fante și orificii cu secțiuni mici, a rezistenței la deplasarea unor corpuri solide și medii lichide.

În domeniul mașinilor-unelte, pentru atenuarea vibrațiilor de încovoiere a arborilor principali, deosebit de eficace s-a dovedit a fi utilizarea amortizorilor concepuți pe baza rezistenței la trecerea lichidului prin orificii cu secțiuni mici. În zona deformațiilor maxime ale arborelui, se montează o bucșă, ajustajul avînd un anumit joc. Din sistemul de ungere al cutiei de viteze, în jocul dintre arbore și bucșă, se trimite ulei sub presiune. Grosimea e a peliculei de ulei ce trebuie să fie asigurată între arbore și bucșa amortizorului depinde de: coeficientul de amortizare h optim necesar, vîscozitatea dinamică η a uleiului, diametrul D al arborelui și lungimea L a bucșei amortizorului, putînd fi calculată cu relația

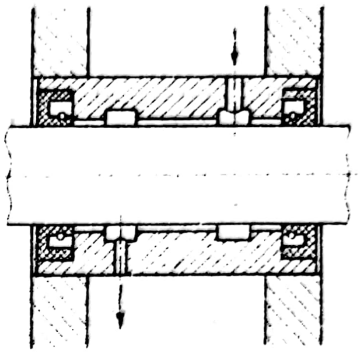


Fig. 10.17

$$e = D\sqrt[3]{\frac{3\,\pi D(L/D - \text{th}\ L/D)\eta}{2h}} \qquad (10.16)$$

Corpul amortizorului se montează între două nervuri fixate de carcasa cutiei de viteze, fiind prevăzut cu sistem de etanșare axială și cu un orificiu de diametru foarte mic, necesar evacuării aerului din amortizor (fig. 10.17).

Pentru îmbunătățirea comportării dinamice a mașinilor-unelte în exploatare, o largă aplicabilitate o au **absorbitorii de vibrații.** Absorbitorii se montează în paralel cu fluxul de transmitere a forțelor în lanțurile cinematice. Atașați sistemului elastic al mașinilr-o unelte, aceștia au o acțiune pur dinamică, dezvoltînd forțe apropiate ca mărime și direcție opusă forțelor excitatoare. Schema sistemului elastic, prevăzut cu absorbitor dinamic, este prezentată alături de curbele de rezonanță în fig. 10.18.

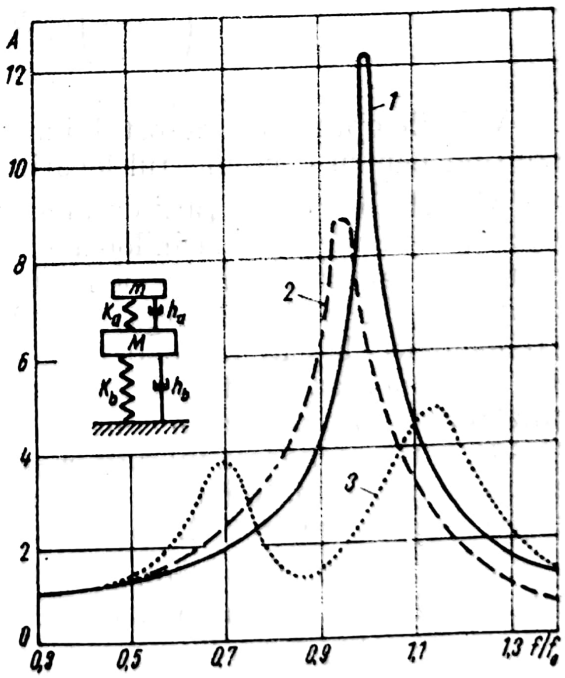


Fig. 10.18

Masa M, constanta elastică k_b și coeficientul de amortizare h_b sînt parametrii sistemului elastic de bază ai mașinii-unelte, iar masa m, resortul k_a și elementul amortizor h_a reprezintă absorbitorul dinamic de vibrații. Introducerea elementului amortizor h_a mărește considerabil eficacitatea absorbitorului. Spre comparație, în fig. 10.18 se prezintă curbele de rezonanță stabilite pentru sistemul elastic de masă M și constantă elastică k_b (curba *1*),

Scanned with OKEN Scanner

pentru același sistem elastic, atașîndu-i un amortizor cu frecare vîscoasă (curba *2*) sau un absorbitor de vibrații cu amortizare (curba *3*).

Utilizînd un amortizor de vibrații, cu decrement logaritmic optim, cuplat în paralel cu sistemul elastic de bază, se reușește diminuarea amplitudinii vibrațiilor masei M la rezonanță cu aproximativ 25% (curba *2*). Rezultate superioare se obțin dacă se utilizează *absorbitori de vibrații cu amortizare.*

Atenuarea cea mai puternică a vibrațiilor se realizează în cazul în care sistemul elastic al absorbitorului are parametri optimi (curba *3*). Frecvența proprie optimă a absorbitorului este dată de relația

$$f_a = \frac{f_0}{1 + \nu}, \tag{10.17}$$

în care f_0 reprezintă frecvența proprie a sistemului elastic de bază;

$\nu = \frac{m}{M}$ — raportul maselor absorbitorului și sistemului elastic de bază.

Amortizarea optimă a absorbitorului, apreciată prin intermediul decrementului logaritmic λ_a, se obține dacă

$$\lambda_a = 2\pi \sqrt{\frac{3\nu}{8(1+\nu)^3}}. \tag{10.18}$$

În aceste condiții, raportul dintre amplitudinea maximă a_{max} a vibrațiilor masei M și deplasarea statică a_{st} a acesteia are valoarea optimă, dată de relația [38]:

$$\left(\frac{a_{max}}{a_{st}}\right) optim = \sqrt{1 + \frac{2}{\nu}}. \tag{10.19}$$

Valorile optime ale raportului maselor sînt cuprinse între $\nu = 0{,}05 \ldots 0{,}25$, rezultînd pentru decrementul logaritmic o variație $\lambda = 0{,}8 \ldots 1{,}4$.

Absorbitorii de vibrații cu amortizare, avînd parametrii indicați mai sus, utilizați în domeniul mașinilor-unelte, au o mare varietate constructivă. În acest sens, absorbitorii cu element unic, îndeplinind funcția elastică și de amortizare, au cea mai largă aplicabilitate, datorită simplității constructive și tehnologice, la care se adaogă posibilitățile de îmbunătățire a caracteristicilor de exploatare. Materialele cu caracteristici elastice și de amortizare corespunzătoare sînt cauciucul butilic și elastomerii. Astfel de absorbitori s-au folosit pentru atenuarea vibrațiilor și mărirea stabilității dinamice la strunguri, mașini de frezat, mașini de alezat și frezat, mașini verticale și radiale de găurit, mașini de prelucrat roți dințate etc.

Spre exemplu, în fig. 10.19, *a* se prezintă un absorbitor de vibrații aplicat în lanțul cinematic al unui strung [58].

Masa auxiliară *1* se montează pe universalul strungului cu ajutorul discurilor *3*, avînd drept elemente intermediare pastilele de cauciuc. *2*. Utilizarea

acestui absorbitor a permis mărirea lățimii limită a așchiei de la 3 mm, la 7,2 mm. Rezultate asemănătoare s-au obținut și în cazul adaptării unui absorbitor dinamic pe brațul-suport al unei mașini de frezat orizontale (fig. 10.19, *b*).

Fenomenele vibratorii ale sistemelor elastice ale mașinilor-unelte se atenuează satisfăcător și cu ajutorul *absorbitorilor cu șoc*. Efectul acțiunii lor

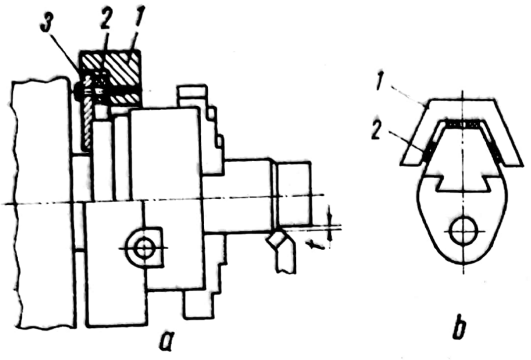


Fig. 10.19

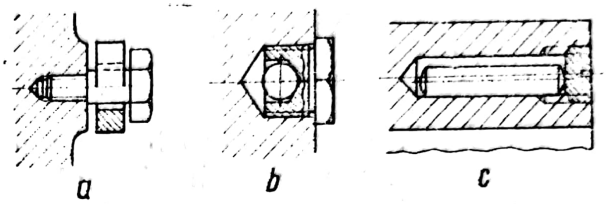


Fig. 10.20

constă în disiparea energiei de vibrație la ciocnirea cvasielastică a două corpuri. Energia, ce se disipează la ciocnire, depinde de raportul maselor celor două corpuri, de vitezele acestora înainte și după ciocnire.

Construcția absorbitorilor cu șoc este relativ simplă. În majoritatea cazurilor, masa auxiliară, ce se atașează elementului constructiv, ale cărui vibrații trebuie atenuate, are forma unui inel (fig. 10.20, *a*), a unei bile (fig. 10.20, *b*) sau a unui cilindru (fig. 10.20, *c*).

Acțiunea eficace a absorbitorului se obține dacă masa sa auxiliară reprezintă minimum 1/3 din masa redusă în punctul de ciocnire a sistemului de bază. Raportul optim al vitezelor în momentul ciocnirii se asigură dacă jocul Δ pe care-l are masa auxiliară în locașul său are valoarea dependentă de amplitudinea A a vibrațiilor sistemului de bază prin relația [38]:

$$\Delta = \pi A. \tag{10.20}$$

Eficacitatea absorbitorilor cu șoc depinde în mare măsură de precizia reglării jocului mesei auxiliare în locașul ei. La jocuri foarte mici (de ordinul micronilor) există pericolul aderenței suprafețelor în contact și a deformării plastice a lor. Acest lucru impune executarea masei auxiliare și a corpului locașului său din aliaj dur.

În cazul utilizării absorbitorilor cu șoc, pentru elemente constructive aflate în mișcarea de rotație, trebuie avut în vedere că de la o anumită viteză unghiulară, datorită forței centrifuge, masa auxiliară se rotește împreună cu arborele pe care se află. În acest fel, efectul absorbitorului dispare. Spre exemplu, pentru o masă auxiliară de formă cilindrică, a cărei axă coincide cu axa de rotație, efectul absorbitorului dispare la turații care depășesc valoarea

$$n = (2 \ldots 3) \frac{1340}{\sqrt{\Delta}} \text{ [rot/min]}, \tag{10.21}$$

Scanned with OKEN Scanner

unde Δ reprezintă jocul pe diametru dintre masa auxiliară și locașul său, în mm.

Pentru mărirea acestei viteze, de obicei, se micșorează frecarea dintre suprafețele frontale ale masei auxiliare și locașul său.

Absorbitorii cu șoc se utilizează cu rezultate satisfăcătoare, atît în sistemul elastic parțial al sculei [38], cît și în al piesei [37], [53].

10.3.3. **Izolarea antivibratorie a mașinilor-unelte.** Utilizarea judicioasă a mijloacelor de izolare antivibratorie a mașinilor-unelte asigură, în numeroase cazuri, menținerea în limitele admisibile a amplitudinii vibrațiilor diferitelor elemente constructive.

Izolarea antivibratorie se realizează prin fixarea mașinilor-unelte pe *fundații speciale*, *pe plăci de beton* sau prin așezarea lor pe *suporți izolatori* și *covoare amortizoare*.

Fundațiile speciale, sub forma unor blocuri masive așezate pe teren, au pe lîngă rolul antivibratoriu și rolul de repartizare corespunzătoare a sarcinilor statice și dinamice pe sol. În afară de aceasta, ele servesc la rigidizarea batiurilor, diminuîndu-se astfel deformațiile statice la deplasarea ansamblurilor mobile grele; de asemenea, servesc și la montarea corectă a mașinilor cu batiuri formate din mai multe părți componente. Fundații speciale se prevăd la toate mașinile-unelte grele de tipul strungurilor carusel, strungurilor normale mari, mașinilor de alezat și frezat, mașinilor de rabotat etc.

De asemenea, se prevăd, *fundații din beton* pentru mașinile-unelte care produc forțe perturbatoare puternice (mașini de mortezat, șepinguri, mașini de rabotat roți dințate etc.), în scopul diminuării nivelului excitațiilor transmise mașinilor vecine și pentru evitarea deplasărilor lor datorită trepidațiilor.

Mașinile-unelte de dimensiuni mici, producătoare de forțe perturbatoare, ca și cele sensibile la vibrații, dispuse pe planșeele diferitelor etaje ale halelor industriale, au neapărată nevoie de o izolare antivibratorie. Izolarea antivibratorie este necesară și datorită pericolului de rezonanță al planșeelor, care au în general frecvențe proprii relativ joase.

De regulă, mașinile-unelte instalate pe planșee se fixează pe plăci de beton. Între plăcile de beton și planșeu se interpune un strat amortizor, iar în spațiul dintre plăci se toarnă beton de umplutură, pentru a asigura un nivel uniform platformei de producție. Utilizarea plăcilor de beton prezintă avantajul că amortizează transmiterea vibrațiilor mecanice și acustice și ușurează modificarea amplasării mașinilor fără deteriorarea planșeului.

Metodologia de proiectare a fundațiilor speciale și plăcilor de beton este prezentată în detaliu în lucrarea [7].

Izolarea antivibratorie a mașinilor-unelte de dimensiuni mici și medii, ale căror batiuri sînt suficient de rigide, se realizează, în majoritatea cazurilor, prin montarea lor pe *suporți izolatori* sau pe *covoare amortizoare*. Acest procedeu de montare a mașinilor-unelte prezintă, pe lîngă o mare capacitate de amortizare a vibrațiilor, o serie întreagă de avantaje ca: montarea foarte rapidă a mașinilor-unelte, micșorarea zgomotului și a gradului de prăfuire din secțiile de prelucrare, montarea ușoară a mașinilor la diverse etaje ale construcției etc.

Scanned with OKEN Scanner

Atît suporţii izolatori, cît şi covoarele amortizoare, se execută într-o gamă largă de tipodimensiuni şi caracteristici tehnice, iar alegerea lor corectă este deosebit de importantă pentru atingerea eficacităţii maxime.

Parametrii tehnici de bază ai *suporţilor izolatori* sînt: sarcina maximă admisă; pulsaţia proprie f_z pe direcţie verticală; mărimea amortizării, exprimată prin decrementul logaritmic λ; rapoartele dintre valorile constantelor elastice pe direcţiile X, Y şi Z $\left(\eta_x = \frac{k_z}{k_x};\ \eta_y = \frac{k_z}{k_x}\right)$; durabilitatea elementului elastic privind limita de curgere şi oboseală, îmbătrînirea şi rezistenţa la medii agresive.

În urma montării maşinii-unelte pe suporţi izolatori, trebuie ca frecvenţa proprie a ansamblului astfel format să fie inferioară frecvenţei de excitaţie minime. În acest sens, calitatea izolării antivibratorii se stabileşte pentru direcţia verticală Z pe baza relaţiei:

$$\varnothing_z = \frac{f_z}{\sqrt{\lambda}} \leqslant \sqrt{\frac{a_0 f_1^2}{\pi \Delta_0 \gamma_{f_1}}}, \tag{10.22}$$

în care f_z reprezintă frecvenţa proprie a ansamblului maşină-unealtă suporţi izolatori pe direcţia verticală; λ — decrementul logaritmic al suporţilor izolatori; a_0 — amplitudinea vibraţiilor planşeului; Δ_0 — deplasarea relativă admisă între piesă şi sculă; γ_{f_1} — raportul dintre amplitudinea vibraţiilor din zona de aşchiere şi amplitudinea vibraţiilor batiului pe direcţia Z la frecvenţa de excitaţie f_1.

Frecvenţa proprie a ansamblului maşină-unealtă-suporţi izolatori pe direcţia verticală se stabileşte cu ajutorul relaţiilor:

$$f_z = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\sum_1^n k_z}{m}} \approx 5\sqrt{\frac{\sum_1^n k_z}{G}}, \tag{10.23}$$

în care k_z reprezintă constanta elastică a unui suport izolator; m, G — masa, respectiv greutatea, ansamblului maşinii-unelte.

Ţinînd cont de spectrul excitaţiilor pe direcţie verticală din sectoarele de prelucrare (4...35 Hz), de amplitudinile admise ale vibraţiilor pe maşini-unelte şi de valorile medii ale decrementului logaritmic al suporţilor izolatori, din relaţia (10.22), rezultă valoarea maximă admisă a frecvenţei proprii f_z a ansamblului maşină-unealtă-suporţi izolatori. Astfel, se stabileşte că, pentru valoarea decrementului logaritmic $\lambda = 0{,}6$, izolarea antivibratorie se asigură în cazul strungurilor de precizie dacă $f_z < 20$ Hz, în cazul maşinilor de rectificat pentru $f_z < 15$ Hz, iar pentru maşinile de alezat în coordonate este necesar ca $f_z < 10$ Hz. Pe baza relaţiei (10.23), se poate deduce valoarea optimă a constantei elastice a suporţilor izolatori.

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza unor considerente similare, se pot stabili valorile optime ale rapoartelor η_x și η_y ale constantelor elastice pe direcțiile axiale și radiale pentru suporții izolatori ce urmează a fi utilizați [53].

Pentru fixarea mașinilor-unelte, rezultate satisfăcătoare s-au obținut prin utilizarea suporților izolatori din cauciuc, protejați de casete metalice. Construcția unui astfel de suport este prezentată în fig. 10.21.

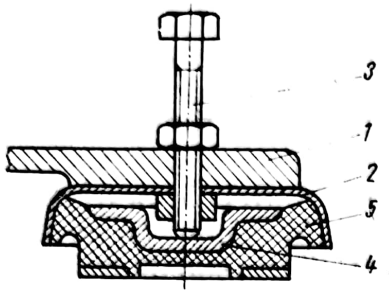


Fig. 10.21

Talpa *1* a batiului mașinii-unelte se dispune direct pe caseta metalică a suportului izolator. Reglarea poziției batiului se realizează cu ajutorul șurubului *3*, care se sprijină în flanșa metalică *4* și deformează corpul *5* din cauciuc al suportului. Caseta metalică are și rolul de a apăra cauciucul de acțiunea uleiului, lichidelor de răcire, razelor solare, ceea ce asigură o mare durabilitate suportului. În funcție de calitatea cauciucului și de dimensiunile acestor suporți, ei pot prelua sarcini cuprinse între 60 și 270 daN, asigurîndu-se o izolare contra vibrațiilor, atît în plan vertical, cît și în cel orizontal. Frecvențele proprii f_z ale mașinilor-unelte fixate pe suporți izolatori, de tipul celor prezentați mai sus, sînt cuprinse în intervalul 5...25 Hz.

În scopul măririi sarcinii, ce poate fi preluată de către suportul izolator, elementul elastic se confecționează din cauciuc cu inserție metalică. Sarcina maximă admisă de suport poate să crească în acest fel pînă la 4000 daN. Elementul elastic din cauciuc cu inserție metalică are un decrement logaritmic $\lambda = 0{,}4...0{,}6$ și permite obținerea unei frecvențe proprii f_z a ansamblului mașină-unealtă-suporți izolatori în limitele 2...20 Hz [53]. Pentru acești suporți, rapoartele constantelor elastice pe direcțiile axială și radiale au valorile $\eta_x = \eta_y = 1...3$.

Izolarea antivibratorie este determinată în principal de amortizarea din sistem. În unele construcții de suporți izolatori, mărirea decrementului logaritmic se realizează prin introducerea în interiorul acestora a unor amortizori.

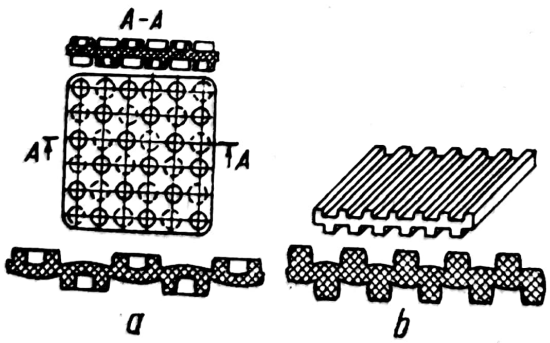


Fig. 10.22

Covoarele amortizoare, așezate de obicei sub toată suprafața de reazem a mașinii-unelte, se execută de asemenea într-o mare varietate constructivă. Pentru mașini-unelte, mai des se utilizează covoarele din cauciuc cu proeminențe cilindrice (fig. 10.22, *a*) și cu renuri (fig. 10.22, *b*).

Covoarele amortizoare cu proeminențe admit deformații mari, iar cele cu renuri — presiuni specifice mari. Decrementul logaritmic al covoarelor amortizoare depinde de calitatea cauciucului, avînd valori $\lambda = 0{,}4...0{,}7$.

Scanned with OKEN Scanner

Sarcinile admise de covoarele amortizoare variază în limitele 0,1... 7 daN/cm², asigură valori ale frecvențelor proprii $f_z = 10...12$ Hz și rapoarte ale constantelor elastice $\eta_x = \eta_y = 3...7$. Dacă este necesar a asigura o frecvență proprie $f_z < 9...11$ Hz, covoarele amortizoare se pot dispune în 2...3 straturi, între ele interpunîndu-se foi de tablă din oțel. Frecvența proprie scade în acest caz de $\sqrt{n}$ ori, n reprezentînd numărul de straturi.

În multe cazuri, izolarea antivibratorie a mașinilor-unelte se realizează cu ajutorul *suporților cu arcuri din oțel*. Aceasta reprezintă una dintre cele mai reușite soluții de izolare contra vibrațiilor. Datorită deformațiilor mari, ele permit realizarea de fundații cu frecvențe proprii oricît de joase. Spre deosebire de izolarea cu elemente din cauciuc, folosită la forțe mici și mijlocii, suporții cu arcuri din oțel se pot adapta pentru cele mai variate sarcini, respectiv de la mașini ușoare pînă la mașini foarte grele. Suporții cu arcuri din oțel se utilizează la mașini-unelte mijlocii și grele de înaltă precizie. Suporții se concep prin dispunerea arcurilor de oțel în carcase, gata de a fi montați sub batiuri sau fundații. Carcasele suporților au capace și șanțuri pentru ghidarea arcurilor. Capacele se strîng cu șuruburi, corespunzător sarcinii statice, ceea ce permite turnarea fundației în poziția sa reală. Capacele și buloanele se dimensionează să reziste sarcinilor statice și dinamice aplicate suporților.

Cel mai frecvent, se utilizează arcul elicoidal, executat din oțel cu secțiune circulară. Pentru calculul său, este necesar a se determina efortul unitar tangențial, săgeata arcului sub sarcina statică și constanta elastică pentru deplasări axiale. Metodologia de calcul este prezentată în lucrarea [7].

Alegerea corectă a soluției de izolare antivibratorie prezintă importanță deosebită, deoarece există pericolul amplificării unor componente cu frecvențe joase ale spectrului de vibrații. În acest sens, s-ar putea desprinde următoarele indicații generale:

— pentru $f_z \geqslant 12$ Hz, se recomandă utilizarea covoarelor amortizoare;

— pentru $5 \text{ Hz} \leqslant f_z < 12$ Hz — suporți izolatori;

— pentru $f_z \leqslant 5$ Hz, se recomandă suporții cu arcuri din oțel sau fundații speciale.

Mijloacele de atenuare a fenomenelor dinamice ale mașinilor-unelte, indicate în lucrarea de față, reprezintă doar o parte, considerată mai semnificativă, din numărul mare cunoscut din practica prelucrării pieselor prin așchiere. Oricum, posibilitățile de îmbunătățire a parametrilor funcționali ai exploatării mașinilor-unelte sînt departe de a fi epuizate. Scoaterea în evidență a acestor posibilități, generalizarea și mărirea eficacității aplicării lor, constituie probleme majore ale dinamicii mașinilor-unelte.

Scanned with OKEN Scanner

11.

ESTETICA
și ergonomia mașinilor-unelte

11.1. Calitățile estetice ale mașinilor-unelte

Una din problemele importante care trebuie rezolvate în fază de concepție a mașinilor-unelte constă în stabilirea formei estetice a acestora. Esența esteticii mașinilor-unelte decurge din grija față de omul care va lucra pe strung, mașina de frezat, mașina de rectificat, mașina de alezat și frezat etc. Scopul urmărit prin proiectarea estetică a mașinilor-unelte este de a face totul pentru a ușura munca omului, pentru a asigura securitatea mașinii, pentru a atrage simpatia, atașamentul omului față de mașina cu care lucrează, pentru a-i creea o bună dispoziție de lucru. Se realizează în acest fel o creștere sensibilă a productivității muncii, a vandabilității mașinilor-unelte și se contribuie, totodată, la îndeplinirea obiectivului social de dezvoltare a gustului estetic al muncitorilor.

Proiectarea estetică a mașinilor-unelte este o activitate complexă, în cadrul căreia, trebuie să se țină seama de factori tehnici, economici, ergonomici, psihologici, fiziologici etc. De asemenea, elementele emoționale ale muncitorului trebuie să se plaseze pe volumele ansamblurilor componente, pe elementele de comandă, pe cromatica mașinii și a spațiului ambiant.

Atacînd problema conceperii unei mașini-unelte noi, inginerul proiectant și esteticianul tehnic stabilesc condițiile funcționale impuse mașinii respective. Aceste condiții rezultă în urma unei analize complexe, care se efectuează în patru etape: a) funcționarea mașinii-unelte și deservirea ei de către muncitor se descompun în faze, acțiuni, manevre, mînuiri, mișcări etc.; b) se stabilesc condițiile legate de comoditatea deservirii mașinii pentru toate etapele funcționării ei; c) se abordează problema cheltuielilor materiale minime pentru adoptarea tuturor soluțiilor constructive; d) se verifică caracteristica emoțională a formei prin prisma utilității sale.

După elaborarea ansamblului de condiții funcționale, se trece la studiul formei mașinilor-unelte similare. În acest fel, esteticianul își orientează căutările, ușurîndu-le în același timp. În studiul formei mașinilor-unelte existente, se pune inițial problema satisfacerii din punct de vedere ergonomic, pentru fiecare mînuire, Astfel, esteticianul își creează, chiar din prima fază a proiectării, o anumită idee despre mașină și forma sa, factorul întîmplător jucînd un rol minim în continuare. De subliniat că utilizarea formei modelelor asemănătoare îl ferește pe estetician de comiterea unor erori, dar nu-l obligă să renunțe la intuiția sa.

Scanned with OKEN Scanner

În faza de concepție trebuie avut în vedere că unitatea dintre forma și funcțiile mașinilor-unelte reprezintă condiția principală a calității estetice a acestora. Calitatea estetică a mașinilor-unelte se realizează prin: 1) proporționalitatea elementelor componente ale mașinii-unelte, impresionînd ochiul prin armonie, prin integritatea volumelor sale, prin robustețe și liniște; 2) corespondența deplină psihologică și fiziologică a celui care deservește mașina-unealtă respectivă; 3) corecta stabilire a tehnologiei de execuție și alegerea materialelor; 4) cromatica adecvată activității ce se desfășoară pe parcursul mai multor ore de lucru.

În cele ce urmează, o atenție sporită se va acorda formei și culorii mașinilor-unelte.

11.2. Forma mașinilor-unelte

11.2.1. **Legătura dintre forma și funcțiile mașinilor-unelte.** Problema cea mai dificilă în asigurarea esteticii unei mașini-unelte o constituie forma acesteia. Forma trebuie să corespundă întrutotul funcției mașinii respective, tehnologiei ei de execuție. Dar, înainte de a judeca forma unui produs, trebuie să se stabilească dacă soluția tehnică adoptată este desăvîrșită, deoarece aceasta reprezintă condiția necesară pentru alegerea corectă a formei. Forma avînd importanță funcțională, reprezentînd și un mijloc de excitație emoțională a omului, nu se așază din afară pe obiect, ci se naște din interiorul lui.

Atunci cînd se apreciază un produs din punct de vedere estetic, pe neobservate se fac aprecieri de fapt asupra utilității acestuia și funcțiilor sale. Forma se apreciază percepînd produsul, dar, înainte de toate, se evaluează particularitățile sale funcționale.

Toate afirmațiile sînt valabile și pentru forma mașinilor-unelte. În cazul acestora, natura suprafețelor generate implică existența unor anumite lanțuri cinematice, care să asigure mișcările necesare în cuplurile cinematice fus-lagăr și sanie-ghidaj. Procedeul de desprindere a așchiilor determină pozițiile relative între cuplurile cinematice și ansamblurile componente. Se prefigurează astfel forma mașinilor-unelte.Definirea acesteia este însă condiționată de o serie de factori, între care dimensiunile și greutatea piesei supusă prelucrării au importanță deosebită. Astfel, lungimea ghidajelor unui strung, a unei mașini de frezat, a unei mașini de rectificat cilindric sau plan etc. este determinată de lungimea maximă a piesei ce se va executa pe aceste mașini. Diametrul platoului unui strung carusel este funcție de diametrul maxim al piesei care se va prelucra pe el. Lungimea brațului unei mașini de găurit radiale este determinată de distanța maximă dintre găurile piesei.

Mai mult, odată cu mărirea dimensiunilor pieselor, cresc și greutățile lor, mașinile-unelte trebuind să fie mai stabile constructiv, centrul de greutate al ansamblului apropiindu-se de fundație. De obicei, se măresc forțele de așchiere și ansamblul sculei, ca și elementele de prindere ale piesei, devin

Scanned with OKEN Scanner

mai rigide și capătă secțiuni mai mari. Mașinile-unelte în întregimea lor se îngreuiază. Lucrurile se vor petrece invers cu mașinile-unelte destinate prelucrării pieselor de dimensiuni mici.

Spre exemplu, în cazul strungurilor, poziția păpușii mobile față de ansamblul arborelui principal, a căruciorului față de amîndouă și a tuturor

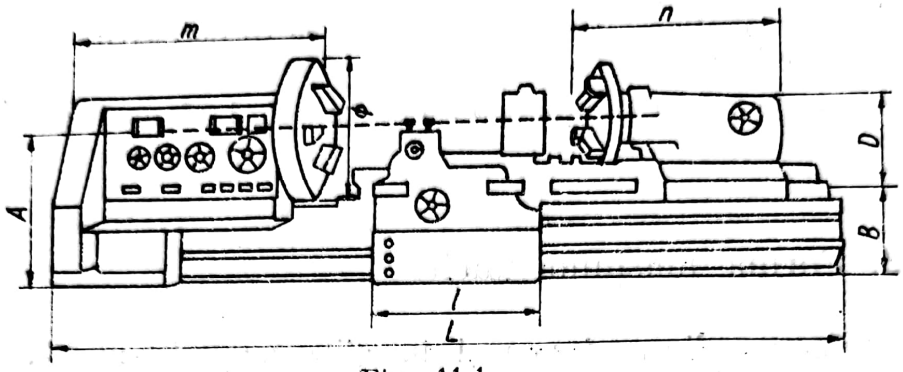


Fig. 11.1

față de batiu este determinată de procedeul de strunjire. Dar, caracterul formei strungurilor se schimbă în funcție de dimensiunile și greutatea semifabricatelor. Astfel, strungurile grele (fig. 11.1) au universalele și păpușile mobile de dimensiuni mai mari, cărucioarele mai rigide. Vizual, strungul se îngreuiază datorită coborîrii centrului de greutate.

Strungurile destinate pieselor de dimensiuni mici (fig. 11.2) par a nu avea nimic comun cu cele prezentate anterior. În acest caz, precizia absolută a pieselor se mărește, timpul de prelucrare se micșorează, ceea ce impune ca

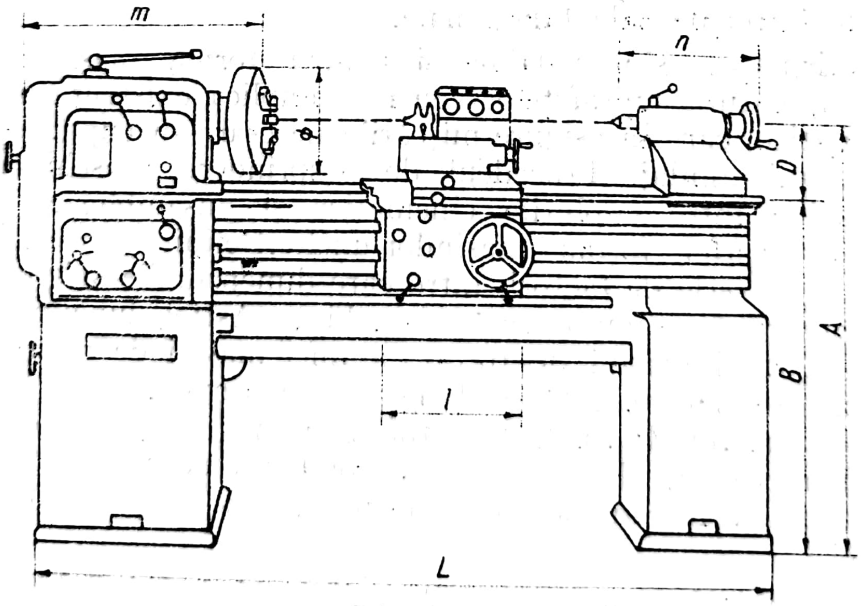


Fig. 11.2

piesa să fie plasată mai aproape de cîmpul vizual al muncitorului. Centrul de greutate al ansamblului se ridică și construcția pare mai ușoară.

Scanned with OKEN Scanner

Comparînd cele două strunguri, se constată deosebiri în privința proporțiilor dimensiunilor ansamblurilor componente. Dacă se ia drept element de referință înălțimea A a liniei centrelor față de planul de așezare a batiului (fig. 11.1 și 11.2), proporțiile altor cîtorva dimensiuni de bază sînt următoarele:

— pentru strungurile grele:

$$\frac{B}{A} \approx \frac{1}{1{,}8}; \quad \frac{Ø}{A} \approx \frac{1}{1}; \quad \frac{C}{A} \approx \frac{1}{1{,}8}; \quad \frac{D}{A} \approx \frac{1}{2};$$

— pentru strungurile mici:

$$\frac{B}{A} \approx \frac{1}{1{,}1}; \quad \frac{Ø}{A} \approx \frac{1}{4{,}6}; \quad \frac{C}{A} \approx \frac{1}{3{,}7}; \quad \frac{D}{A} \approx \frac{1}{7}.$$

De asemenea, cele două strunguri se deosebesc și prin distribuția maselor ansamblurilor componente, prin compoziția volumelor. Spre exemplu, la strungurile mai mici, volumul păpușii mobile este nesemnificativ în raport cu volumul ansamblului strungului și, cu cît dimensiunile pieselor ce se prelucrează sînt mai mici, cu atît masa acesteia va fi mai mică. În schimb, la strungurile grele, masa păpușii mobile este destul de mare; în consecință, alta va fi proporția volumelor. Observații similare se pot face și în urma comparației cărucioarelor celor două strunguri. Căruciorul strungului mic, după dimensiunile sale de gabarit, ca și după masa sa, raportată la masa strungului, se deosebește radical de căruciorul strungului greu. Acesta din urmă are o construcție masivă, ocupă o suprafață mare, extinsă pe întreaga înălțime a batiului, și, vizual, pare capabil a prelua sarcini mari. Pentru edificare, masele celor două ansambluri, raportate la masa strungurilor, reprezintă:

— pentru strungurile grele:

$$\frac{\text{Masa păpușii mobile}}{\text{Masa strungului}} \approx \frac{1}{8}; \quad \frac{\text{Masa căruciorului}}{\text{Masa strungului}} \approx \frac{1}{10};$$

— pentru strungurile mici:

$$\frac{\text{Masa păpușii mobile}}{\text{Masa strungului}} \approx \frac{1}{50}; \quad \frac{\text{Masa căruciorului}}{\text{Masa strungului}} \approx \frac{1}{40}$$

Din cele prezentate mai sus, se desprinde concluzia că forma mașinilor-unelte este influențată de procedeul de prelucrare, de dimensiunile și greutatea pieselor supuse prelucrării, de sarcinile cu care se solicită elementele constructive, de greutatea ansamblurilor componente etc. Toate acestea nu exprimă altceva decît corelația ce trebuie să existe între forma și funcțiile mașinilor-unelte, condiție indispensabilă în proiectarea estetică a acestei categorii de mașini de lucru.

Scanned with OKEN Scanner

11.2.2. **Principiile conceperii formei estetice a mașinilor-unelte.** Caracteristicile funcționale ale mașinii-unelte determină organizarea compozițională a elementelor sale. Dar, indiferent de numărul ansamblurilor componente, de dispunerea lor în spațiu, de proporțiile volumelor lor etc., forma mașinii-unelte trebuie să fie armonioasă, unitară, să creeze un ansamblu integru, stabil, care să încînte ochiul, să pară ușor de manevrat și stăpînit de către om. Orice element disonant, dispus pe acest ansamblu, distrage atenția muncitorului, îi creează serioase dificultăți de concentrare pe parcursul mai multor ore de lucru, îl obosește, îi insuflă neîncrederea în forțele proprii, teama.

A crea un produs cu formă unitară înseamnă, după esteticianul tehnic Raymond Loi (SUA), a elimina tot ceea ce este în plus, a simplifica pînă la limita posibilă forma, structura, culoarea.

În cazul mașinilor-unelte, pe lîngă crearea armoniei volumelor, trebuie să se mascheze în interiorul suprafețelor exterioare, tot ceea ce nu se reglează, nu se atinge în fiecare zi, trebuie să se îndepărteze tot ceea ce poate să distragă atenția, privirea muncitorului.

La proiectarea unui produs, întotdeauna se caută ca forma să exprime esența acelui produs, particularitățile sale. La un strung, spre exemplu, forma sa trebuie să sugereze poziția orizontală a piesei, mișcarea de rotație a acesteia, precum și posibilitatea de deplasare rectilinie a căruciorului. Forma și dimensiunile de gabarit ale cărucioarelor strungurilor mici trebuie să creeze impresia manevrării lejere, a posibilităților de deplasare precisă. La strungurile grele, aceleași elemente trebuie să exprime capacitatea de preluare a unor sarcini mari.

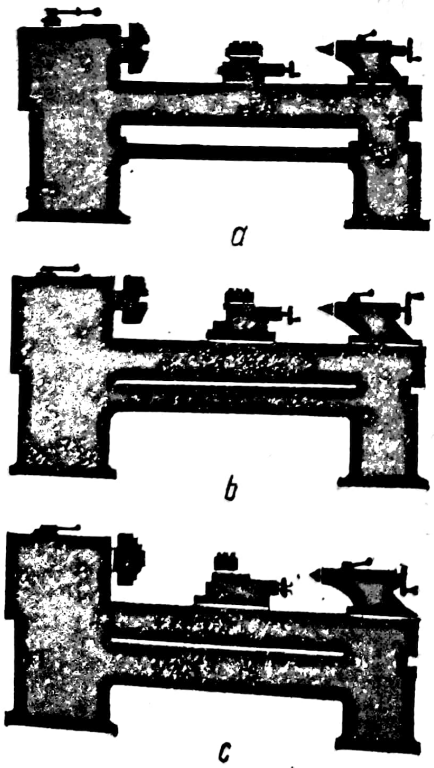


Fig. 11.3

De subliniat, că în definitivarea imaginii de ansamblu a formei, un rol deosebit îl are fiecare detaliu constructiv sau decorativ. Uneori, plasarea neglijentă a unui singur element, chiar cu importanță secundară, poate să creeze o imagine falsă asupra unității și integrității formei. Spre exemplu, imaginile din fig. 11.3, reprezentînd același strung destinat prelucrării piese lor de dimensiuni mici, diferă numai prin dimensiunile și poziția tăvii pentru așchii. Este suficient să se conceapă această tavă mai adîncă, mai mult decît este necesar, și de a o plasa la mică distanță de batiu, pentru ca ansamblul să capete masivitate, centrul de greutate să pară a coborî și strungul să fie inclus în categoria strungurilor grele. Evident pe o asemenea imagine falsă orice încercare de armonizare a formei nu poate să-și mai atingă scopul.

Pe lîngă datele tehnice ce se iau în considerație, în compunerea formei intervin și factori dependenți de raportul „om-mașină".

Scanned with OKEN Scanner

În primul rînd, se are în vedere organizarea și plasarea elementelor de comandă manuală. Aceste operații se concep în raport cu omul, indiferent de gabaritul mașinii, urmărindu-se efectuarea unui efort minim la executarea oricărei manevre de comandă sau reglare. Elementele de comandă manuală se încadrează în volumele ansamblurilor componente, astfel încît unitatea formei să nu fie afectată.

Exemplificarea principiilor conceperii formei estetice a mașinilor-unelte va fi făcută pe trei modele de strunguri (fig. 11.4) la care unitatea formei

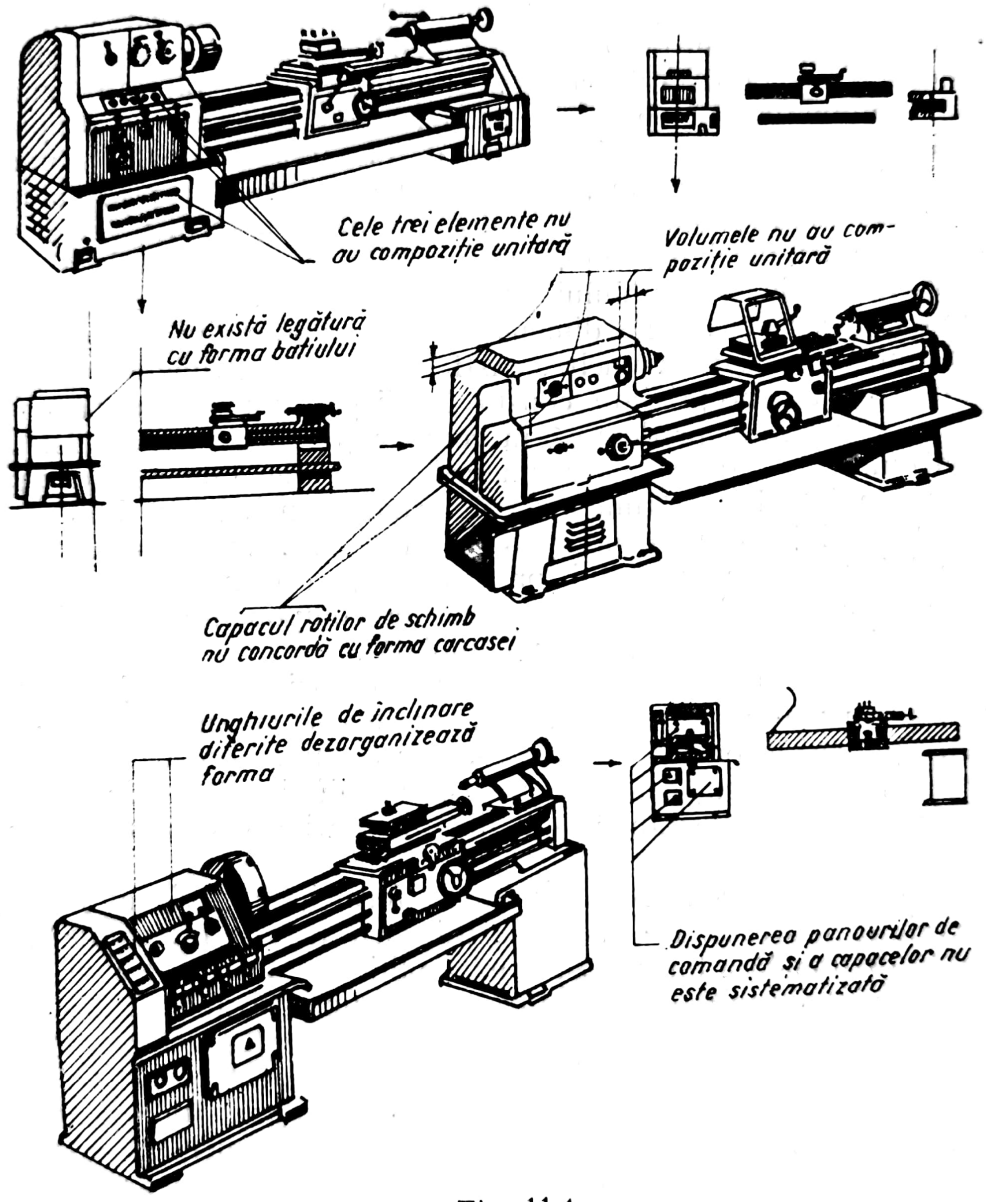


Fig. 11.4

lipsește. Ochiul distinge cu foarte mare ușurință cîteva elemente componente: păpușa mobilă, căruciorul, cutia de viteze, cutia de avansuri, batiul etc., fiecare cu axa sa de simetrie, cu volumul și masa sa, niciunul neîncadrîndu-se în vreun fel în celălalt. Pe lîngă lipsa de armonie a volumelor, nu

Scanned with OKEN Scanner

există organizarea elementelor de comandă, iar proeminențele, capacele și deschiderile sînt plasate la întîmplare. Toate detaliile sînt concepute individual, se creează o imagine dezordonată, forma rezultînd din apropierea mecanică a unor elemente separate. Evident, lucrul la o asemenea mașină prezintă serioase dificultăți de concentrare pe parcursul cîtorva ore.

11.2.3. **Mijloace de realizare a formei estetice a mașinilor-unelte.** Unitatea formei unei mașini-unelte se realizează prin accentuarea direcțiilor preponderente și estomparea direcțiilor subordonate, prin crearea unor legături compoziționale cu ajutorul carcaselor, plăcilor, proeminențelor, muchiilor, prin introducerea unor detalii artificiale (umbre, dungi colorate, ornamente etc.), prin combinații de elemente geometrice (arce de cerc cu drepte, arce de parabolă cu drepte, racordări etc.), prin plasarea rațională a unor elemente de detaliu (orificii, butoane, manete, roți de mînă etc.), prin culoare etc.

Pentru stabilirea mijloacelor de realizare a unității formei, se efectuează analiza construcției mașinii-unelte, în urma căreia se evidențiază proprietățile geometrice ale ansamblului ei. În acest sens, concluzii importante se desprind din caracteristicile dimensionale ale volumului în care se încadrează ansamblul mașinilor-unelte. Astfel, în cazul strungurilor, probabil cea mai importantă proprietate constă în dispunerea orizontală a formei, în care liniile orizontale predomină în comparație cu cele verticale.

Dimensiunile de gabarit ale strungurilor sînt ale unui paralelipiped cu înălțimea mai mică decît lățimea. Se desprinde concluzia că liniile orizontale create de ghidaje, șurub conducător, bara de avansuri, bara de comandă a ambreiajului, tava pentru așchii, proeminențe, cavități etc., trebuie să fie utilizate în legarea volumelor ansamblurilor componente (cărucior, cutia de viteze, cutia de avansuri, păpușa mobilă).

Orizontalele pot fi reliefate puternic, cu profunzime mare, lăsînd impresia unor umbre pronunțate (fig. 11.5, *a*). Acestea se accentuează și se completează cu ajutorul altor orizontale trasate ușor (fig. 11.5, *b*), realizate prin organele strungului, menționate mai sus, cu diferite proeminențe, plăci, suporți ai organelor de comandă, sau din îmbinările ansamblurilor componente etc.

Primele orizontale conturează unitatea formei, iar orizontalele din a doua categorie o întărește. De măiestria utilizării acestor orizontale depinde unitatea compozițională a formei. Spre exemplificare, în fig. 11.6 se prezintă importanța utilizării orizontalelor în crearea unității formei ansamblului strungurilor.

Liniile verticale au rol compozițional mult mai mic în cazul strungurilor. Sînt mai puține ca număr și mărginesc extinderea pe orizontală a ansamblurilor componente. Dar, din punctul de vedere al formei, raportul dintre verticale și orizontale deosebesc strungurile mici de strungurile grele. În primul caz, verticalele sînt mai numeroase și mai lungi, decît în al doilea caz, importanța lor fiind sporită. Evident rolul verticalelor trebuie apreciat corect, pentru a fi posibilă realizarea formei estetice a strungurilor.

În fig. 11.7 se prezintă și alte mijloace de realizare a formei estetice pentru aceeași categorie de mașini-unelte.

Scanned with OKEN Scanner

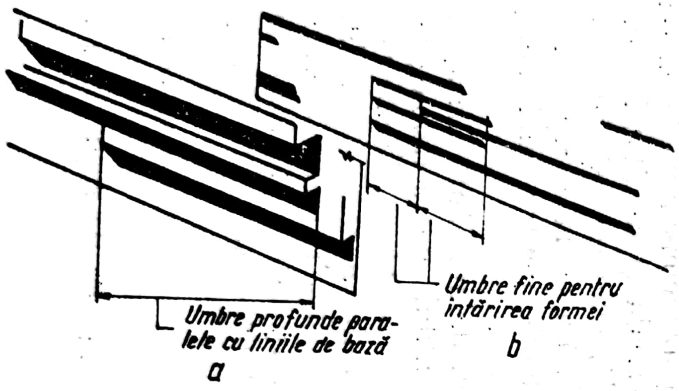


Fig. 11.5

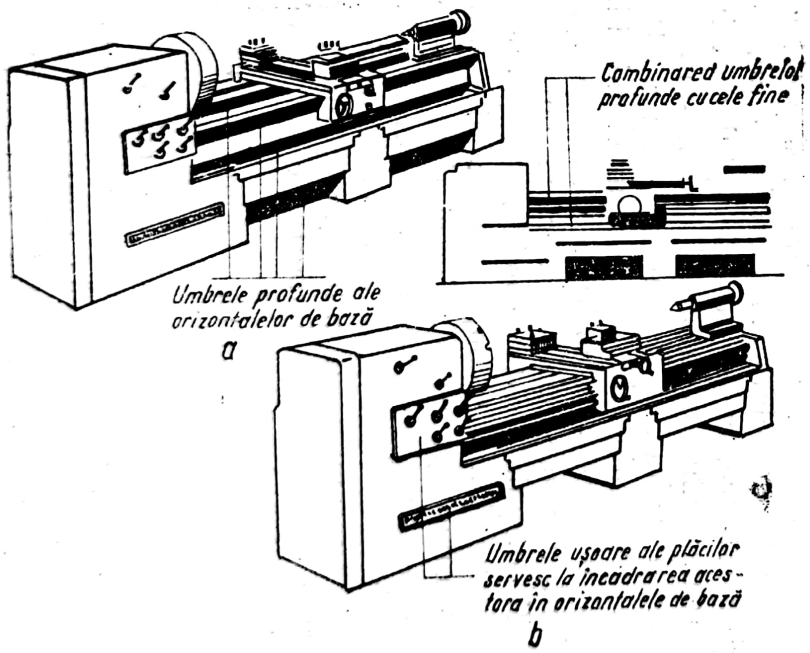


Fig. 11,6

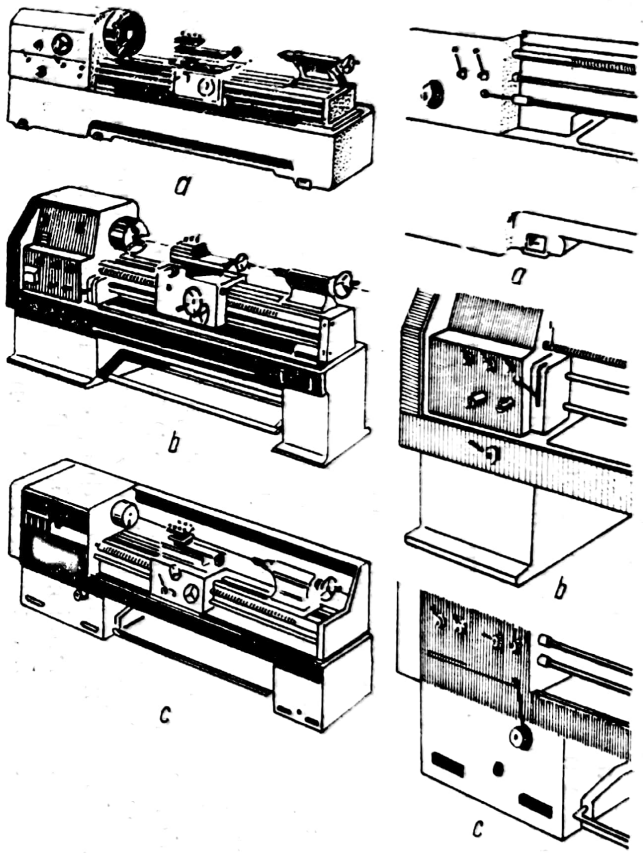


Fig. 11.7

Scanned with OKEN Scanner

În cazul strungului din fig. 11.7, *a*, unitatea se realizează prin suprafața comună a cutiilor de viteze și de avansuri cu batiul. De asemenea, se poate prevedea o bordură pe orizontală și verticală, al cărui rol constă în stabilirea legăturii între volumele ansamblurilor componente (fig. 11.1, *b*). Mai mult, această bordură accentuează poziția mecanismelor de acționare ale lanțurilor cinematice ale strungului, întărind caracterul funcțional al ansamblului. De menționat că înclinarea porțiunii verticale a bordurii, diferită de cea a carcasei cutiei de viteze, estompează întrucîtva unitatea formei. La cel de al treilea model (fig. 11.7, *c*), s-a închis zona de lucru a strungului cu ajutorul unui ecran, pe care se proiectează toate elementele componente ale mașinii. Prin culoare se întărește legătura compozițională a volumelor ansamblurilor de bază ale strungului și se conferă formei integritate, armonie și unitate.

Considerații asemănătoare pot fi făcute asupra construcției tuturor tipurilor de mașini-unelte, dar optimizarea formei nu poate fi realizată decît în urma analizei fiecărui caz concret în parte. Preocupările din ultimul timp, din ce în ce mai asidue, creează posibilitatea unificării punctelor de vedere asupra formelor estetice ale mașinilor-unelte și premizele înregistrării unor progrese notabile în acest sens.

11.3. Culoarea mașinilor-unelte

Odată cu abordarea compoziției și plasticii formei exterioare a mașinilor-unelte, trebuie să fie soluționată și problema culorii acestora. Culoarea are importanță deosebită nu numai din punctul de vedere al accentuării calităților estetice, ci și datorită faptului că influențează consumul de energie al organismului operatorului uman, starea de oboseală și rezultatele cantitative și calitative ale muncii omului. De regulă, culoarea este apreciată ca un factor subiectiv, legat de gustul individului, fără a se da atenție importanței practice a coloritului pentru viața cotidiană, pentru randamentul activității profesionale a fiecărui om.

Ergonomia scoate în evidență că, între factorii de ambianță fizică, cromatica mediului înconjurător exercită asupra omului efecte fiziologice și neuro-psihice puternice. Cercetările și experiențele efectuate de specialiști au demonstrat că îmbinarea culorilor poate să influențeze și să modifice senzația de confort, să efectueze funcționalitatea și solicitarea diferitelor organe anatomice, să influențeze psihicul omului. În tabelul 11.1 sînt prezentate efectele mai importante produse de culorile spectrului asupra omului [4].

În aplicarea culorilor trebuie avute în vedere următoarele constatări cu caracter general [4]:

— culoarea este cu atît mai caldă cu cît se apropie de roșu și cu atît mai rece cu cît este mai aproape de violet;
— culorile vii sînt obositoare;
— culorile închise au efect depresiv, descurajant, negativ;
— culorile deschise au efect stimulatoriu, vesel, pozitiv.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 11.1

Efectele fiziologice și neuro-psihice ale culorilor

Culoarea	Efectele fiziologice	Efectele neuro-psihice
Roșu	— Crește presiunea sanguină — Ridică tonusul muscular — Activează respirația	— Culoare foarte caldă — Stimulator intelectual — Senzație de apropiere în spațiu
Portocaliu	— Accelerează pulsațiile inimii — Menține presiunea sanguină — Favorizează secreția gastrică și indigestia	— Culoare caldă — Stimulent emotiv — Senzație de apropiere foarte mare în spațiu
Galben	— Favorizează funcționarea normală a sistemului cardio-vascular	— Culoare caldă, veselă — Stimulează vederea — Calmant — Senzație de apropiere în spațiu
Verde	— Scade presiunea sanguină — Dilată vasele capilare	— Culoare rece, liniștitoare — Impresie de prospețime — Facilitează deconectarea nervoasă — Senzație de depărtare în spațiu
Albastru	— Scade presiunea sîngelui — Scade tonusul muscular — Calmează respirația și frecvența pulsului	— Culoare foarte rece — Culoare liniștitoare — Favorizează apariția depresiunilor nervoase — Senzație de depărtare în spațiu
Violet	— Crește rezistența cardiovasculară — Crește rezistența plămînilor	— Culoare rece — Culoare neliniștitoare, descurajantă.

Constatările menționate sînt desprinse din viața cotidiană, din experiența îndelungată a omului. Astfel, este cunoscut că o încăpere vopsită în tonuri deschise pare mai spațioasă, creează imaginea unor distanțe mai mari între obiecte și dă senzația unei temperaturi mai scăzute decît în realitate. Invers se petrec lucrurile, dacă aceeași încăpere este vopsită în culori închise. În același sens, unul și același obiect vopsit în culori deschise pare mai ușor, iar dacă este vopsit în culori închise pare mai greu decît în realitate. Exemplele de acest fel sînt numeroase, dovedind posibilități largi pe care le oferă alegerea corectă, fundamentată științific a ambianței cromatice a locului de muncă. În acest scop, trebuie să se țină seamă de efectele pe care culoarea le produce asupra funcțiilor organismului, de influența pe care o exercită asupra capacităților fizice, cerebrale și neuro-psihice ale omului. Alegerea corectă și rațională a cromaticii locului de muncă în

Scanned with OKEN Scanner

secţiile de prelucrare prin aşchiere favorizează evitarea oboselii şi prevenirea scăderilor de productivitate pe parcursul celor opt ore de lucru. Stabilirea corespunzătoare a culorii maşinilor-unelte şi a spaţiului înconjurător a permis, în cîteva cazuri, creşterea productivităţii muncii cu 12...17%, micşorarea numărului de accidente cu 20% şi diminuarea rebuturilor cu 40% [49].

Din cele prezentate mai sus rezultă importanţa culorii pentru activitatea practică şi necesitatea abordării acestei probleme pentru ansamblul locului de muncă, al încăperii, halei industriale şi nu pe elemente separate: maşini, utilaje, scule, mijloace de transport, mobilier etc.

La stabilirea cromaticii locului de muncă trebuie să se ţină seama de următoarele condiţii specifice [49]:

a) conţinutul muncii şi solicitările fiziologice şi neuropsihice ale executanţilor; b) funcţiile încăperii şi ale fiecărui element component; c) senzaţia de confort ambiant sau de stimulare neuro-psihică necesară; d) estetica locului de muncă; e) uşurarea percepţiei senzoriale; f) menajarea vederii; g) posibilităţile de întreţinere a curăţeniei.

Ordinea de abordare şi numărul acestor condiţii nu sînt riguroase. În funcţie de specificul activităţii, este posibil ca cerinţele coloritului să fie mai numeroase, iar succesiunea lor să fie modificată [4].

Alegerea cromaticii elementelor unui loc de muncă trebuie să aibă în vedere şi proprietăţile fizice ale culorilor, cea mai importantă fiind capacitatea de absorbţie şi de reflexie a luminii. În tabelul 11.2 se prezintă coefi-

Tabelul 11.2

Coeficienţii de reflexie a culorilor

Culoarea	Reflexia luminii, în %	Culoarea	Reflexia luminii, în %
Alb	85	Verde	52
Gri deschis	75	Albastru	35
Galben deschis	75	Gri închis	30
Bej deschis	70	Portocaliu	25
Verde deschis	65	Roşu viu	13
Bleu deschis	55	Cafeniu	10
Roz deschis	51	Albastru închis	8
Galben pai	65	Verde închis	7
Gri	55	Negru	3

cienţii de reflexie a luminii pentru cîteva dintre cele mai uzuale nuanţe ale culorilor [4].

Cunoaşterea proprietăţilor de reflectare a luminii de către culorile spectrului este utilă în asigurarea luminozităţii la locul de muncă, în încăperi şi hale industriale, ca şi în realizarea contrastului vizual al diferitelor suprafeţe ale maşinilor, utilajelor, mobilierului, pereţilor, pardoselii etc.

Luminozitatea la locul de muncă se obţine prin vopsirea fiecărei suprafeţe în culori corespunzătoare unui coeficient de reflexie determinat. Astfel,

Scanned with OKEN Scanner

plafonul trebuie să asigure un coeficient de reflexie de 85%, pereții în partea superioară — 50—60%; pereții la bază — 20—40%; pardoseala — 15—30%; bancurile de lucru — 30—50%, mașinile, utilajele și mobilierul — 25—30% [4].

Contrastul suprafețelor mari rezultă cu ajutorul culorilor avînd coeficienți de reflexie apropiați, dar fără diferențe mari ale densității luminii, care ar provoca operatorului uman tulburări vizuale grave. De asemenea, în organizarea locului de muncă, se recomandă evitarea diferențelor de luminozitate, contrastul sculelor, pieselor, instrumentelor etc. pe fondul locului de muncă realizîndu-se prin culori cu coeficienți de reflexie diferiți.

Suprafețele mici (de cîțiva cm^2) ale elementelor ce trebuie să iasă în evidență se vopsesc în culori stridente, cu contraste puternice. Acest lucru se va aplica la sistemele de comandă, butoane, manivele etc. cu condiția ca suprafața lor să nu fie mare. Contrastele cele mai puternice se obțin cu albastru pe fond alb, negru pe galben, verde pe alb, negru pe alb etc. În general, excesele contrastelor de culori trebuie evitate; pentru un loc de muncă elementele care atrag privirea prin contrast nu trebuie să aibă mai mult de 3...5 culori [4].

Principiile generale privind utilizarea culorilor la crearea unei ambianțe propice activității productive se aplică și în cazul mașinilor-unelte, la organizarea locului de muncă. La vopsirea mașinilor-unelte, gama culorilor este foarte restrînsă. Aceasta se reduce la cîteva nuanțe de vedere deschis, gri albăstrui, în ultimul timp adăugîndu-se 2—3 nuanțe din gama culorilor cuprinse între bej și galben. Toate ar trebui să fie culori deschise, odihnitoare.

Pe fondul culorii în care se vopsește mașina-unealtă, se evidențiază prin contrast diferite elemente, ca: butoane de comandă, ansambluri mobile, mecanisme de acționare etc., ce necesită o atenție sporită din partea muncitorului. O abordare specială necesită stabilirea culorii acelor suprafețe ale mașinii pe care se proiectează piesa supusă prelucrării. Obiectul prelucrării trebuie să se distingă bine pe fondul mașinii-unelte și să nu se confunde cu aceasta.

În contrast izbitor cu mașinile-unelte, cu pereții, pardoseala și mobilierul halei se vopsesc mijloacele de ridicat și transportat, astfel încît combinația culorilor să semnifice pericolul și să prevină accidentele. Podurile rulante, macaralele, troliile, cărucioarele etc. se vopsesc în galben viu.

Pentru conducte și instalații există un cod al culorilor adoptat pe plan internațional. De exemplu, conductele de apă se vopsesc în gri, cele de gaze și lichide cu nocivitate chimică în galben, cele cu gaze explozive în roșu etc. Această simbolizare are rolul de a menaja concentrarea, memoria și atenția muncitorilor și de a evita accidentele ce s-ar produce prin manevrarea greșită a vanelor, lovirea conductelor etc. [4].

Pe baza ideilor expuse în acest paragraf se desprinde concluzia că problema culorii mașinilor-unelte trebuie soluționată în cadrul ansamblului tuturor utilajelor, al elementelor tehnologice și auxiliare dintr-o hală industrială. Această problemă trebuie abordată avînd în centrul atenției omul, care-și desfășoară activitatea pe durata mai multor ore la locul său de

Scanned with OKEN Scanner

muncă. Cromatica locului de muncă trebuie să constituie o preocupare permanentă și constantă a cadrelor de conducere tehnice, economice și obștești din întreprinderi, care sînt datoare să folosească posibilitățile acesteia în îmbunătățirea activității productive.

12

PROBLEMATICA securității și protecția muncii la mașinile-unelte

12.1. Principiile ergonomice privind economia de mișcare și reducerea oboselii

Încă de la începutul secolului XX s-au formulat o serie de principii de bază pentru economia de mișcare, care au fost dezvoltate ulterior și completate de specialiștii în domeniu [4], ajungînd la formularea dată mai jos.

Principiul nr. 1: *„Mișcările mîinilor și ale brațelor să fie simetrice, simultane și continue".*

Acest principiu recomandă ca mîinile să lucreze, pe cît posibil, simultan și simetric, începînd și terminînd în același timp gesturi similare, executate pe o traiectorie continuă.

Pentru a valorifica într-o măsură cît mai mare posibilitățile de care dispun mîinile, trebuie să se țină seama în proiectarea soluțiilor tehnologice de următoarele aspecte:

— mîinile trebuie să fie eliberate de orice sarcină, care poate fi executată mai ușor printr-o comandă de picior;

— la operații de montare simple, trebuie utilizate în măsură cît mai mare dispozitive (în special, pentru a ține sau a ghida piesele, în producție de serie);

— să se folosească sistemele de strîngere rapidă (fără asamblări prin filet) acolo unde este posibil, în scopul reducerii efortului și creșterii productivității;

— în conceperea tehnologiei, trebuie să existe convingerea că „mîna este cel mai defectuos, cel mai scump și cel mai periculos dintre instrumentele de apucat".

Principiul nr. 2: *„Mișcările trebuie să fie cît mai ușoare, cît mai scurte și cît mai rare, în măsura în care o permite executarea corectă a muncii. Trebuie să se evite pe cît posibil schimbările bruște și repezi ale direcției gesturilor".*

Scanned with OKEN Scanner

Pe baza acestui principiu mișcările pot fi grupate în cinci „categorii de mișcări", după criteriile dificultății, lungimii lor și după masa musculară angajată, în funcție de segmentul mîinii care se mișcă și de partea corpului care servește drept pivot (tabelul 12.1) [4].

Tabelul 12.1

Clasificarea mișcărilor

Categoria mișcării	Pivotul (articulația)	Partea segmentului în mișcare
I	Încheieturile degetelor	Degetele
II	Încheietura pumnului	Degetele și palma
III	Cotul	Degetele, palma și antebrațul
IV	Umărul	Degetele, palma, antebrațul și brațul
V	Sterno-claviculară	Degetele, palma, antebrațul, brațul și zona scapulară (masa umărului)

Mișcările sînt cu atît mai obositoare, mai lente și mai puțin precise, cu cît masa musculară angajată este mai mare și cu cît crește lungimea mișcării.

Cele mai rapide și mai economice mișcări sînt cele din categoria *I*, iar cele mai obositoare și cu consum mai mare de energie sînt cele din categoria *V* și cele la care participă tot corpul (care depășesc cele cinci categorii din tabel).

Acest lucru nu trebuie să conducă la soluții în care operatorul să execute exclusiv mișcări de categoria *I*, deoarece aceasta ar determina oboseala și anchilozarea celorlalte segmente ale mîinii.

De asemenea, trebuie evitate pe cît posibil mișcările în zona maximă de lucru și în special cele din a *V*-a categorie, care angajează mase musculare mari ale trunchiului și deci determină un consum mare de energie. Se recomandă ca, din acest punct de vedere, comenzile să fie dispuse cît mai aproape de operator, încît operațiile de prindere, apucare și depunerea să se poată face prin mișcări scurte, precise și ușoare.

Principiul nr. 3: *Succesiunea logică a mișcărilor.*

Acest principiu presupune dispunerea uneltelor și materialelor, astfel încît să permită o succesiune logică a mișcărilor, respectiv un ritm normal de muncă.

Realizarea acestui ritm determină reducerea efortului fizic și mintal al operatorului și deci a oboselii și riscurilor de accident.

În cazurile cînd ritmul devine un factor de importanță majoră pentru operația respectivă, trebuie să se reducă solicitarea operatorului printr-o

Scanned with OKEN Scanner

poziție confortabilă și prin dispunerea uneltelor într-o succesiune firească, corespunzătoare tehnologiei respective.

Principiul nr. 4: *„Loc stabil pentru unelte și materiale, astfel ca mijloacele de muncă și obiectele muncii să aibă un loc fix și bine determinat".*

Acest principiu are la bază ideea că orice activitate de căutare a unui obiect, a unei scule, solicită un consum important de energie nervoasă, o mare risipă de timp și energie.

Locul de muncă trebuie astfel organizat, încît fiecare sculă, unealtă să fie așezate în același loc, atît înainte cît și după folosirea lor.

Acest principiu al economiei de mișcări cere ca obiectele să fie preorientate înainte de începerea lucrului, astfel încît să necesite o apucare ușoară, simplă și rapidă.

Trebuie evitate modurile de apucare în care operatorul să facă mișcări ale corpului sau în care nu poate controla apucarea cu toate degetele mîinii.

Principiul nr. 5: *„Utilizarea gravitației".*

Este necesară utilizarea gravitației, ori de cîte ori este posibil, pentru alimentarea sculelor, materialelor și a pieselor pe parcursul procesului tehnologic, aceasta constituind cea mai ieftină sursă de energie.

În cazurile în care nu se poate utiliza gravitația, trebuie găsite soluții prin care să nu fie necesară învingerea ei. Concret trebuie realizate suprafețele de lucru de aceiași înălțime și unirea planurilor de muncă.

Principiul nr. 6: *„Securitatea este un punct-cheie, esențial al simplificării muncii".*

Orice îmbunătățire tehnică sau organizatorică trebuie să reducă toate riscurile de accidente și să satisfacă exigențele maxime ale securității muncii.

Aplicarea în practică a principiilor de economie a mișcărilor trebuie să determine creșterea securității muncii.

Nu sînt acceptabile creșteri ale productivității muncii cu riscul unor accidente, deoarece, la producerea unui simplu accident de muncă, operatorul este scos din sfera productivă pentru o perioadă oarecare de timp, pierderea fiind mult mai importantă.

12.2. Norme și recomandări de protecția muncii la mașinile-unelte

Eficiența activității umane la locul de muncă este condiționată și de nivelul în care este asigurată securitatea muncii executantului. Organizarea ergonomică a locului de muncă trebuie să asigure condițiile pentru o muncă de înaltă productivitate, prin reducerea pericolelor de accidentare, a îmbolnăvirilor profesionale, reducerea absenteismului etc., cauze generate de cele mai multe ori de neluarea în considerare cu suficientă atenție a problematicii legate de protecția muncii. Așadar, relația ergonomie-protecția muncii la nivelul locului de muncă se impune ca o necesitate de prim ordin [43].

Scanned with OKEN Scanner

În cele ce urmează, se vor prezenta o serie de norme de protecția muncii și recomandări de proiectare a mașinilor-unelte, care au ca scop respectarea principiilor ergonomice, evitarea accidentelor de muncă, asigurarea unui climat de siguranță în cazul lucrului la mașini-unelte și realizarea unei productivități sporite.

12.2.1. **Strunguri.** O observație de ordin general se referă la forma elementelor de comandă manuală.

Elementele de comandă pentru pornirea strungurilor trebuie să fie astfel concepute și dispuse, încît să nu permită pornirea accidentală a mașinii.

Dispozitivele de comandă electrică trebuie să fie prevăzute cu butoane mici de pornire, îngropate, și butoane mari de oprire, scoase în afară și de culoare roșie.

Elementele de comandă, nu se vor amplasa în zona de degajare a așchiilor. Cînd nu se poate evita o astfel de amplasare, se vor lua măsuri adecvate pentru protejarea mîinilor (scuturi de protecție, elemente pentru devierea direcției așchiilor etc.).

O sursă foarte periculoasă de accidente o constituie, de pildă, la un strung cu diametrul maxim de prelucrare de 400 mm, butonul de cuplare al universalului.

Lungimea lui și poziția de amplasare, în cazul operației de înclinare a suportului portcuțit pentru strunjiri conice, blocarea și deblocarea sa sau măsurarea piesei între două treceri succesive pot fi cauza unor accidente grave, datorate cuplării accidentale, cu corpul strungarului (fig. 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5).

Deși aceste tipuri de butoane sînt prevăzute cu piedici acționate de cîte un resort, acestea pot să nu asigure forța necesară pentru ca siguranța să-și îndeplinească funcția.

Pentru soluționare se poate avea în vedere, de pildă, plasarea întregului panou de comandă atașat căruciorului în partea laterală stînga, loc mai ferit de accesul accidental al corpului strungarului.

O altă sursă de accidente o poate constitui mînerul roții de mînă a căruciorului, la acționarea avansului rapid automat de la pupitrul de comandă, putînd să-l lovească pe operator în timpul rotirii acestei roți.

Problema este rezolvabilă în acest caz, spre exemplu, prin utilizarea unui mîner basculant.

La un strung normal, cercetat pentru observații, cu diametrul maxim al piesei prelucrate de 400 mm, colțul foarte ascuțit al capacului păpușii fixe jenează vizibil mîna operatorului în timpul manipulării cheii pentru strîngerea sau desfacerea piesei din universal (fig. 12.6; 12.7). O soluționare ar putea fi, în acest caz, teșirea sau rotunjirea acestui colț, fără a influența cu nimic nota arhitecturală generală a mașinii.

Un exemplu de realizare a acestei soluționări este prezentat în fig. 12.8, la un strung normal cu $D_{max} = 500$ mm, unde, așa cum rezultă din detaliul prezentat, muchia de la păpușa fixă, este rotunjită.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 12.1

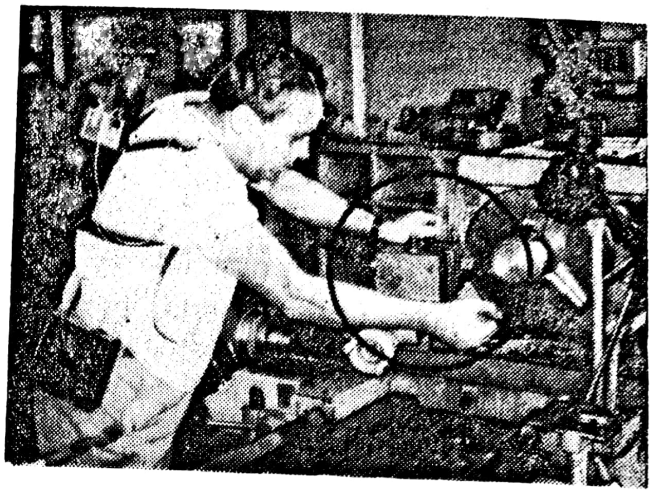


Fig. 12.2

Fig. 12.3

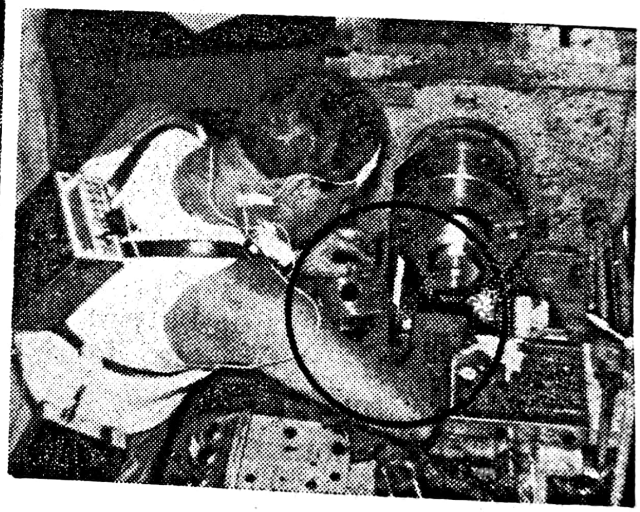


Fig. 12.4

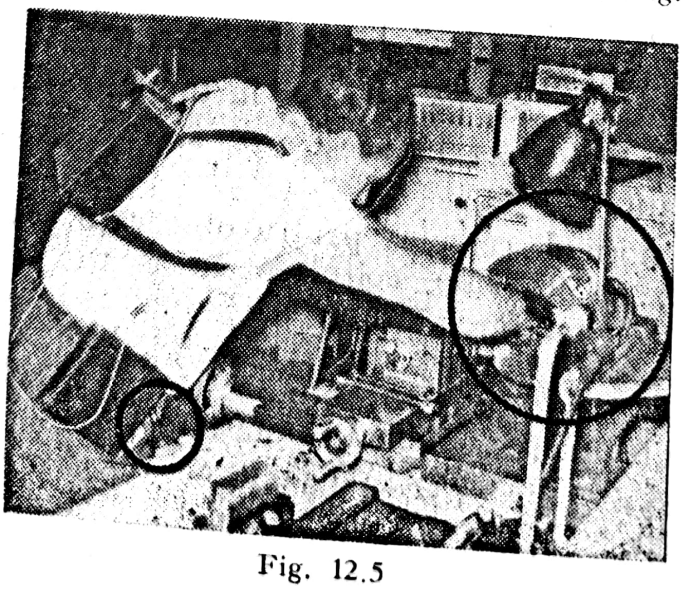


Fig. 12.5

Scanned with OKEN Scanner

O altă sursă de accidentare pentru mîini o poate constitui suportul port-cuțit.

Există construcții la care suportul portcuțit este detașabil, fixarea lui în suportul longitudinal făcîndu-se prin șuruburi, acționarea făcîndu-se cu o cheie.

În construcția din fig. 12.9 și 12.10, mîna operatorului este jenată de către capetele filetate din suportul longitudinal. În aceste situații, se poate obține o protecție contra lezării mîinii, prin lungirea cheii tubulare pentru strîngerea acestor șuruburi.

O problemă importantă o constituie capacul de protecție împotriva așchiilor, a cărui utilizare de multe ori este evitată de către strungar. Explicația dată de unii strungari este că reduce vizibilitatea și accesibilitatea la locul așchierii.

La strungul cu $D_{max} = 400$ mm de pildă, așa cum rezultă din fig. 12.11, muchia acestuia se află pe direcția dreptei care ar uni ochii strungarului cu axa de rotație a mesei, ceea ce face ca, pentru a avea vizibilitate, muncitorul să-și aleagă o poziție destul de incomodă, ridicîndu-se în vîrful picioarelor.

De asemenea, datorită murdăririi geamului acestui capac de protecție, vizibilitatea se reduce.

Aceste lucruri au drept consecință evitarea utilizării lui, ceea ce duce în ultimă fază la expunerea la accidente.

Întrucît acest capac are rolul lui protector bine determinat, trebuie luate măsuri ca să nu se împiedice buna vizibilitate asupra procesului de așchiere. Deci se impune modificarea formei capacului protector în dreptul ochilor muncitorului, în așa fel încît suprafața acestuia să fie perpendiculară pe direcția de privire la locul de așchiere.

Totodată se poate lua în considerare soluția introducerii în instalația electrică a unui microîntrerupător, acționat la coborîrea capacului, care să aibe rolul ca iluminatul local, precum și universalul, să nu poată fi puse în funcțiune decît dacă este coborît capacul protector.

În acest mod, strungarul va fi determinat să cureță mai des placa transparentă a capacului, pentru asigurarea vizibilității, protejîndu-și ochii de așchii.

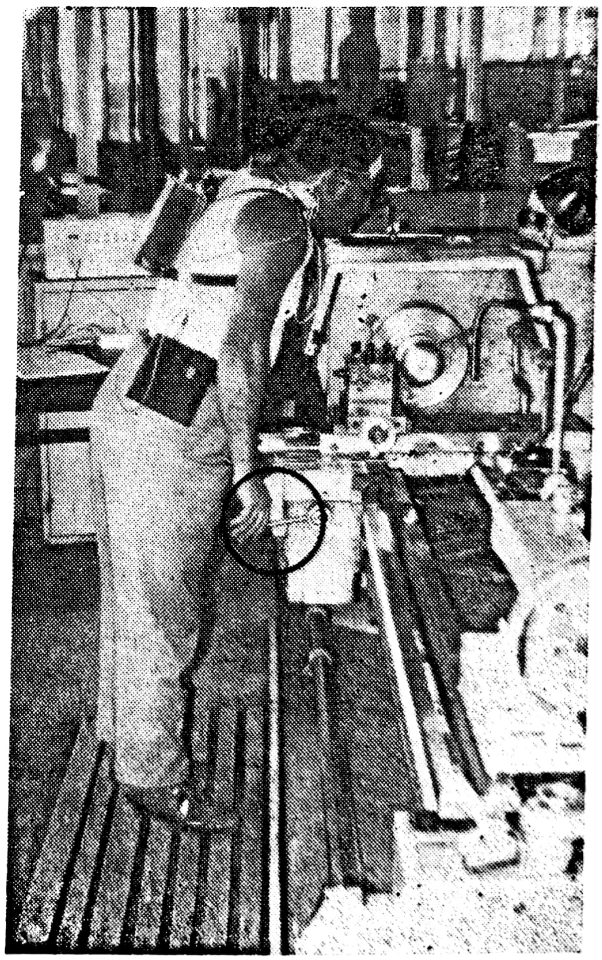


Fig. 12.11

Scanned with OKEN Scanner

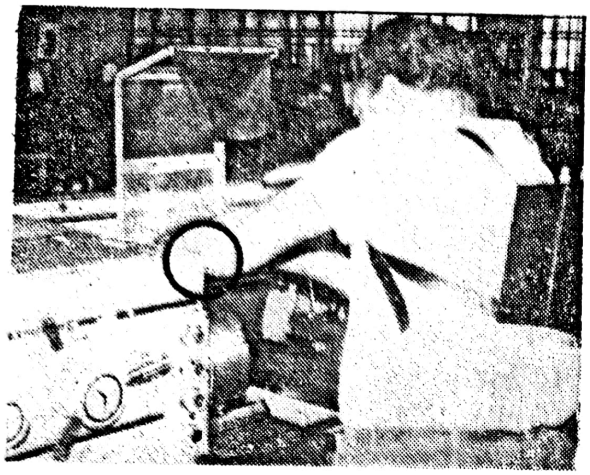


Fig. 12.6

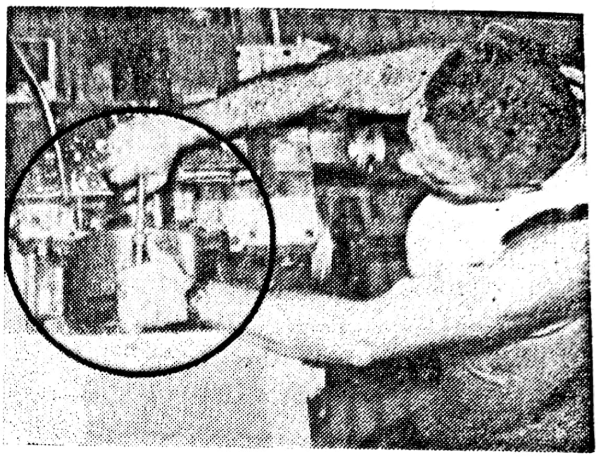


Fig. 12.7

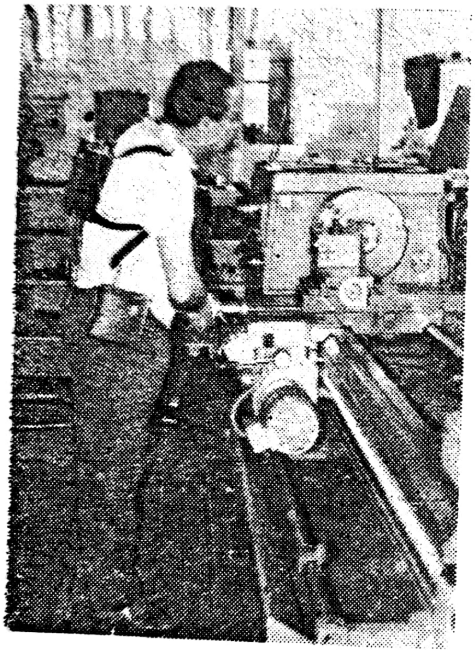


Fig. 12.8

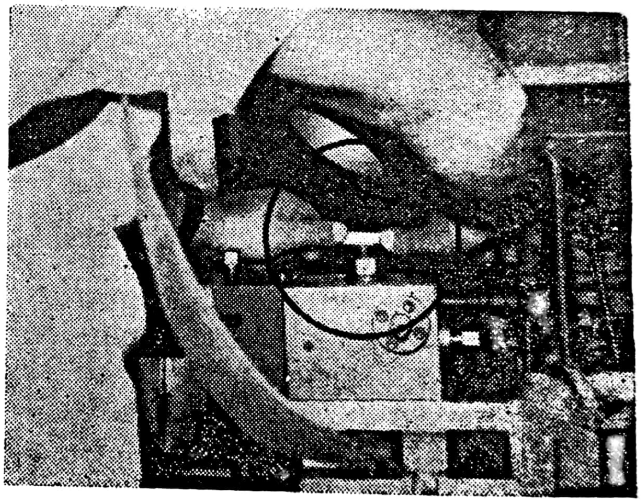


Fig. 12.9

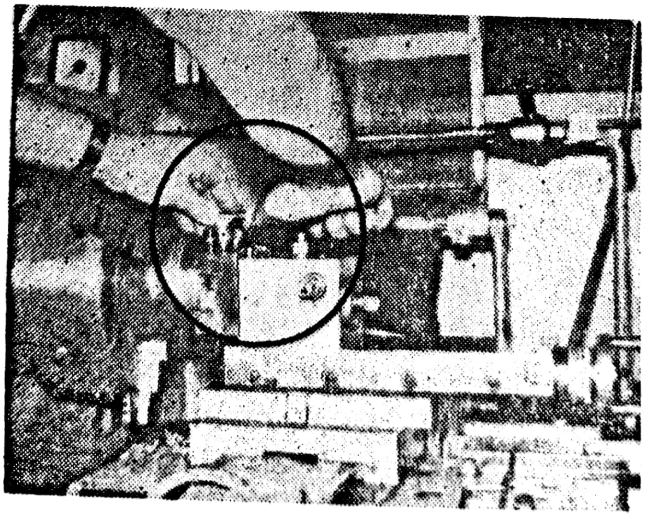


Fig. 12.10

Scanned with OKEN Scanner

La operațiile, unde nu se pot folosi ecrane de protecție, se va utiliza ochelari sau viziere de protecție corespunzătoare operației.

Dispozitivele de protecție ale curelelor și angrenajelor cu roți dințate trebuie să fie prevăzute cu sisteme de întrerupere a alimentării motorului, care să nu permită punerea în funcțiune a mașinii, decît numai cînd aceste dispozitive sînt în poziție de protecție.

Mandrinele universale și platourile trebuie să fie protejate cel puțin la partea superioară cu apărători.

Pe cît posibil, apărătorile vor trebuie să ajungă în mod automat în poziția de protecție la pornirea strungului.

La strungurile carusel, la care echilibrarea traversei și a suportului se face cu contragreutăți, acestea trebuie să fie îngrădite.

Se vor prevedea de asemenea paravane de protecție reglabile, pentru prevenirea accidentelor cauzate de așchiile proiectate sau de piesele proeminente în rotație.

Pentru urmărirea procesului de așchiere la strungurile carusel, cu diametrul platoului peste 2500 mm, acestea vor fi prevăzute cu platforme îngrădite, balustrade, instalații de televiziune în circuit închis, colivii mobile suspendate etc.

12.2.2. **Mașini de frezat.** Mașinile de frezat trebuie astfel concepute încît roțile de mînă cu mîner ale avansurilor să nu se rotească în timpul avansului rapid.

În cazul mașinilor înalte, pentru urcarea la partea superioară, trebuie să existe scări și platforme fixe, prevăzute cu balustrade.

Mașinile de frezat, la care se execută frezare rapidă, trebuie să fie prevăzute cu ecrane de protecție.

Mașinile de frezat cu părți proeminente vor fi prevăzute cu apărători pe partea nelucrătoare a lor.

12.2.3. **Mașini de rabotat.** La mașinile de rabotat și șepinguri, pentru captarea așchiilor proiectate de cuțit, masa mașinii trebuie prevăzută cu un dispozitiv de protecție .

12.2.4. **Mașini de mortezat.** La mașinile de mortezat, se va proteja culisorul cu dispozitive corespunzătoare de protecție, în cazul în care există pericol de lovire sau strivire.

12.2.5. **Mașini de găurit și alezat.** La mașinile de găurit și alezat, în cazul cînd mandrina de prindere a burghiului sau alezorului prezintă elemente proeminente radial, ea se va proteja cu o apărătoare netedă din tablă, care trebuie să permită schimbarea comodă a sculei.

La prelucrarea materialelor casante (pe mașinile de găurit și alezat) muncitorul va purta ochelari de protecție.

12.2.6. **Mașini de rectificat și polizoare.** Mașinile de rectificat și polizoarele fixe trebuie să fie prevăzute cu ecran de protecție mobil, cu vizoare din geam securizat.

Scanned with OKEN Scanner

Mesele mașinilor de rectificat plan trebuie să fie prevăzute cu îngrădire pentru reținerea pieselor în cazul desprinderii lor.

Pornirea polizorului va fi posibilă numai cînd ecranul de protecție se găsește în poziție de lucru.

Polizoarele manuale se pot utiliza la operațiile de polizare exterioară numai dacă discurile abrazive sînt protejate cu o carcasă de protecție corespunzătoare.

Polizoarele cu mai multe trepte de viteză trebuie să fie astfel concepute încît o treaptă superioară să poată fi conectată numai după acționarea unui zăvor. Acționarea acestui zăvor trebuie să fie posibilă numai cu un mijloc ajutător special.

Carcasele de protecție ale mașinilor de rectificat trebuie să protejeze pe muncitor împotriva așchiilor, prafului, precum și a stropirii cu lichid de răcire.

În timpul exploatării corpurilor abrazive, acestea trebuie să fie protejate cu carcase, care vor acoperi întreaga porțiune nelucrătoare a corpului abraziv, precum și capătul arborelui.

Carcasele de protecție trebuie să fie astfel concepute încît să permită înlocuirea cît mai ușoară a corpului abraziv și să rețină bucățile corpului abraziv în caz de spargere. Capacul demontabil al carcasei trebuie să fie bine prins de partea fixă. Ele se vor realiza din oțel sau din fontă maleabilă.

Pietrele — oală cilindrice și conice, precum și pietrele-segmenți pentru rectificare plană, trebuie să fie protejate cu carcase de protecție adecvate.

În cazuri bine justificate din punct de vedere tehnic, cînd se pot folosi ecrane de protecție, se va lucra cu ochelari de protecție, prevăzuți cu vizoare incasabile.

Înaintea montării corpului abraziv pe axul mașinii, se va verifica starea carcasei de protecție.

Cînd nu se pot utiliza carcase de protecție, se vor folosi pietre conice, plane, fixate cu flanșe conice, al căror diametru exterior va fi cel puțin jumătate din diametrul pietrei, iar lățimea suprafeței inelare de strîngere va fi de cel puțin 1/6 din diametrul exterior al pietrei.

În cazul rectificării în regimuri intensive de prelucrare, respectiv cu viteze periferice mărite ($v_p = 45—120$ m/s, față de $v_p = 30—33$ m/s la rectificarea în regim normal), se impune luarea unor măsuri speciale de protecția muncii și anume: apărători de protecție rigidizate, prevăzute cu pereți dubli, nervurați în jurul pietrei; în timpul rectificării se prevede al doilea rînd de apărători care închid mașina — cu condiționarea pornirii mașinii numai la poziția „închis" a ușilor (apărătorilor); se folosesc sisteme speciale de răcire cu lichid de răcire, datorită filmului de aer din jurul pietrei, care trebuie spart; pietrele trebuie riguros echilibrate; — pietrele trebuie riguros controlate — să nu fie urme de ciupituri sau crăpături.

Discurile abrazive se încearcă la rezistență mecanică la bancuri de probă speciale, la viteze de încercare indicate în tab. 12.2.

Toate sculele abrazive, precum și capetele proeminente ale arborilor principal și ale pieselor de armătură trebuie să fie îngrădite cu carcase de protecție. Carcasele trebuie să fie fixate de mașina-unealtă într-un mod cît mai rezistent.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 12.2

Viteza de încercare a discurilor abrazive

Viteza de încercare, v_{ex}, în m/s	Viteza periferică de lucru v_l, în m/s	Diametrul exterior al sculei, în mm	Tipul sculei
1,3 v_l	⩽100	⩾200	Discuri de lustruit elastice cu liant de cauciuc
	⩽20		
1,5 v_l	⩽40	⩾150	Celelalte tipuri
	40 pînă la 100	⩾30	

Materialul și grosimea pereților carcaselor de protecție pentru discurile abrazive trebuie să corespundă indicațiilor din fig. 12.12, fig. 12.13 și tabelele 12.3—12.7.

Forma și grosimea pereților carcaselor de protecție pentru îngrădire a discurilor în timpul lucrului la mașinile pneumatice manuale și electrice de rectificat sînt reglementate de unele standarde, ca de pildă GOST 12634—67 și GOST 11096—73.

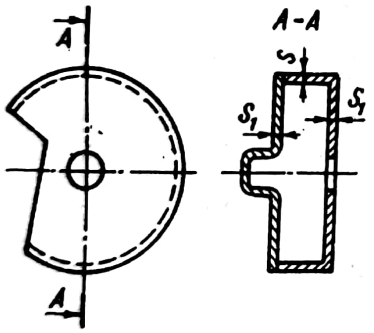


Fig. 12.12

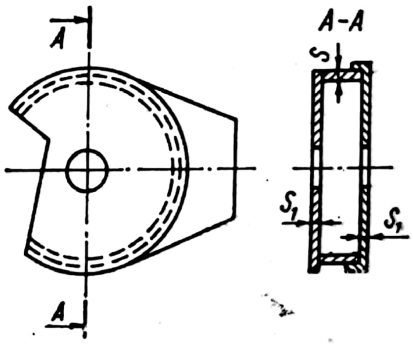


Fig. 12.13

Pereții carcaselor executați din tablă de oțel trebuie să fie sudați printr-o cusătură continuă de grosime cel puțin egală cu grosimea peretelui.

Pentru carcasele care nu au apărători de protecție, unghiul deschiderii deasupra planului orizontal, care trece prin axa arborelui principal al mașinii-unelte, nu trebuie să depășească 30°. Dacă unghiul deschiderii este mai mare de 30°, trebuie să se monteze apărători metalice de protecție mobile în scopul micșorării jocului dintre apărătoare și disc, în cazul uzurii acestuia.

Construcția apărătorilor trebuie să asigure posibilitatea deplasării lor și prinderea sigură în diferite poziții, dar numai după oprirea discului abraziv.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul lucrului, capacul demontabil al carcasei de protecţie trebuie să fie fixat bine.

La maşinile de rectificat roţi dinţate, unde discul trebuie să iasă în afară cu mai mult de 25 mm, trebuie să se prevadă o îngrădire suplimentară a zonei de lucru.

Tabelul 12.3

Grosimea minimă a pereţilor carcasei de protecţie pentru discurile cu viteza periferică de lucru pînă la 40 m/s

Diametrul discului de rectificat, mm	Înălţimea maximă a discului de rectificat, mm	Grosimea pereţilor carcasei			
		Din oţel turnat OT 45, OT 50 (STAS 600-82), mm		Din tablă de oţel OL 34, OL 37 (STAS 500-80), mm	
		s	s_1	s	s_1
Pînă la 150	50 100	—	—	3	2
Peste 150 pînă la 300	50 100 150 200	6 8 10 12	6 6 8 10	4 5 6 7	2 3 4 5
Peste 300 pînă la 400	50 100 150 200	8 10 12 14	6 8 10 11	4 5 6 8	3 3 4 5
Peste 400 pînă la 500	50 100 150 200	10 12 14 16	8 10 12 13	6 7 8 10	4 5 6 7
Peste 500 pînă la 600	50 100 150 200	12 14 16 18	10 12 14 16	8 9 10 12	5 6 7 8
Peste 600 pînă la 750	50 100 150 200	16 18 20 22	14 16 18 20	9 10 12 14	6 7 8 9
Peste 750 pînă la 1100	50 100 150 200	18 22 25 28	16 20 22 24	12 14 16 18	9 10 12 12
Peste 1100 pînă la 1400	50 100 150 200	22 24 26 30	20 22 24 26	16 18 20 22	12 14 16 18

Scanned with OKEN Scanner

Maşinile de rectificat şi de ascuţit care lucrează cu lichid de răcire trebuie să fie dotate cu apărători speciale pentru protejarea operatorului contra stropilor.

Tabelul 12.4

Grosimea minimă a pereţilor carcasei de protecţie pentru discurile cu viteza periferică de lucru între 40 şi 63 m/s

Diametrul discului de rectificat, mm	Înălţimea maximă a discului de rectificat, mm	Grosimea pereţilor carcasei			
		Din oţel turnat OT 45, OT 50 (STAS 600-82, mm		Din tablă de oţel OL 34, OL 37 (STAS 500-80), mm	
		s	s_1	s	s_1
Pînă la 80	50 100	—	—	3	2
Peste 80 pînă la 150	50 100 150 200	6 8 10 12	6 7 8 10	4 4 5 7	3 3 4 5
Peste 150 pînă la 300	50 100 150 200	7 9 12 14	7 8 9 10	5 6 7 8	4 4 4 5
Peste 300 pînă la 400	50 100 150 200	10 12 14 16	8 9 10 12	7 8 9 10	5 5 6 7
Peste 400 pînă la 500	50 100 150 200	14 16 18 20	12 12 14 16	8 9 11 13	6 7 8 9
Peste 500 pînă la 600	50 100 150 200	16 18 20 22	14 16 18 20	10 11 12 14	7 8 9 10
Peste 600 pînă la 750	50 100 150 200	20 22 24 26	16 18 20 22	12 14 16 18	8 9 10 12
Peste 750 pînă la 1100	50 100 150 200	24 28 30 32	20 22 25 28	14 18 20 22	10 12 12 14
Peste 1100 pînă la 1400	50 100	28 32	22 25	16 20	12 16

Scanned with OKEN Scanner

Mașinile-unelte care sînt dotate cu platouri electromagnetice trebuie să dispună de dispozitive de interblocare, care decuplează mișcarea mesei și rotirea discului de rectificare, în cazul întreruperii alimentării cu curent electric a platoului electromagnetic.

Tabelul 12.5

Grosimea minimă a pereților carcasei de protecție pentru discurile cu viteza periferică de lucru între 63 și 80 m/s

Diametrul discului de rectificat, mm	Înălțimea maximă a discului de rectificat, mm	Grosimea pereților carcasei din tablă de oțel OL 34, OL 37 (STAS 500-80), mm	
		s	s_1
Pînă la 80	50	3	3
	100	4	3
Peste 80 pînă la 150	50	5	4
	100	6	5
Peste 150 pînă la 300	50	6	5
	100	8	6
	150	10	7
	100	12	8
Peste 300 pînă la 400	50	8	6
	100	10	8
	150	12	9
	200	14	10
Peste 400 pînă la 500	50	10	8
	100	12	9
	150	14	10
	200	16	12
Peste 500 pînă la 600	50	12	8
	100	14	10
	150	16	12
	200	18	14
Peste 600 pînă la 750	50	14	10
	100	16	12
	150	18	14
	200	20	14
Peste 750 pînă la 1100	50	16	12
	100	18	12
	150	20	14
	200	22	16
Peste 1100 pînă la 1400	50	18	12
	100	20	14

Scanned with OKEN Scanner

Mașinile de rectificat, la care viteza periferică a discului este de 60 m/s sau mai mare, trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de protecție suplimentare, sub forma unor ecrane metalice sau apărători, care închid zona de lucru în timpul funcționării mașinii și, de asemenea, trebuie să aibă apărători care să închidă porțiunea deschisă a discului abraziv în cazul îndepărtării acestuia.

Tabelul 12.6

Grosimea minimă a pereților carcasei de protecție pentru discurile cu viteza periferică de lucru între 80 și 100 m/s

Diametrul discului de rectificat, mm	Înălțimea maximă a discului de rectificat, mm	Grosimea pereților carcasei din tablă de oțel OL 34, OL 37 STAS (500-80), mm	
		s	s_1
Pînă la 80	50	4	3
	100	5	4
Peste 80 pînă la 150	50	6	5
	100	8	6
Peste 150 pînă la 300	50	8	6
	100	10	7
	150	12	9
	200	14	10
Peste 300 pînă la 400	50	10	7
	100	12	9
	150	14	10
	200	16	12
Peste 400 pînă la 500	50	12	9
	100	14	10
	150	16	12
	200	18	14
Peste 500 pînă la 600	50	14	10
	100	16	12
	150	18	14
	200	20	16
Peste 600 pînă la 750	50	16	12
	100	20	14
	150	22	16
	200	25	18
Peste 750 pînă la 1100	50	20	16
	100	25	18
	150	28	20
Peste 1100 pînă la 1400	50	25	18
	100	30	22

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 12.7

Grosimea minimă a pereților carcasei de protecție pentru discurile tăietoare cu înălțimea pînă la 10 mm (fig. 12.13)

Viteza periferică de lucru a discului, m/s	Diametrul discului, mm	Grosimea pereților carcasei din tablă de oțel cu marca OL 34, OL 37 (STAS 500-80), mm	
		s	s_1
Pînă la 80	Pînă la 300	3	2
	300—500	4	3
	500—750	5	4
	750—1200	8	6
Peste 80 pînă la 100	Pînă la 300	4	3
	300—500	5	4
	500—750	6	4
	750—1200	10	7

La mașinile-unelte, care lucrează cu o viteză mai mare de 40 m/s, carcasa de protecție trebuie să aibă o culoare care să se deosebească de culoarea mașinii.

Mașinile de rectificat și de ascuțit cu ax orizontal de rotație al discului abraziv, la care piesa de rectificat se susține manual în timpul lucrului, trebuie să fie echipate cu ecran de protecție prevăzut cu ochi de observație.

Rabatarea ecranului va fi blocată la punerea în funcțiune a arborelui principal al mașinii-unelte.

Ecranul de protecție se va amplasa simetric în raport cu discul abraziv la o distanță de minimum 150 mm.

Este necesar să se asigure posibilitatea reglării unghiului de înclinare a ecranului de protecție pînă la 20° fără a se perturba sistemul de blocare.

Ochiurile de observație trebuie să fie executate din materiale transparente cu grosimea de minimum 3 mm, care își mențin transparența timp îndelungat în condițiile de exploatare.

De asemenea, în cazul prelucrării cu discuri abrazive a pieselor susținute manual, trebuie utilizați suporți pentru mîini.

Suporții pentru mînă trebuie să aibă o suprafață suficient de mare, pentru a asigura poziționarea piesei de prelucrat în condiții de siguranță maximă. Aceștia se montează astfel încît punctul superior de contact al piesei cu discul de rectificat să se afle mai sus cu pînă la 10 mm decît planul orizontal care trece prin centrul discului abraziv.

Între marginea suportului de mînă și suprafața de lucru a discului abraziv, trebuie să existe un joc mai mic decît jumătatea grosimii piesei de prelucrat și de maximum 3 mm.

Suporții de mînă nu trebuie să prezinte defecte ca: adînciturі, așchii etc. la marginile dinspre partea discului abraziv.

În cazul mașinilor de rectificat, la care avansul pieselor de prelucrat se face manual, se interzice intensificarea forței de apărare-a pieselor pe discul abraziv prin utilizarea barei.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru prinderea sculei trebuie să se folosească dispozitive corespunzătoare. Soluția constructivă a dispozitivului pentru montarea sculei la mașina-unealtă precum și materialul ales trebuie să confere siguranța prinderii acesteia.

La mașinile-unelte, destinate pentru strunjirea exterioară a discurilor abrazive, trebuie să se prevadă dispozitive de protecție, care au rolul de a proteja operatorul contra fragmentelor care sar de pe discul abraziv și scula de ascuțit.

În timpul lucrului cu scule abrazive, nivelul zgomotului, vibrațiilor și concentrației substanțelor nocive în zona de lucru nu trebuie să depășească valorile prevăzute în normele sanitare de proiectare a întreprinderilor industriale (SN 245—71).

12.2.7. **Mașini de prelucrat prin electroeroziune** Mașinile de prelucrat prin electroeroziune trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de protecție, care să împiedice atingerea de către muncitor a electrozilor mașinii, înainte de întreruperea curentului electric și descărcarea condensatoarelor.

Mașina trebuie să fie prevăzută cu dispozitive automate pentru descărcarea condensatoarelor în același timp cu deconectarea mașinii de la rețeaua de alimentare.

Mașina va fi prevăzută cu instalație de ventilație locală pentru aspirarea gazelor și a aerosolilor care se produc deasupra băii cu lichid dielectric.

Baia cu petrol sau ulei unde se produc scînteile va fi protejată în așa fel încît vaporii degajați în timpul prelucrării să nu producă explozii sau incendii.

În timpul finisărilor (cu generatorul RCT), se va folosi ecranul de protecție.

12.2.8. **Protecția împotriva electrocutării.** Pentru protecția împotriva electrocutării prin tensiuni accidentale de atingere, mașinile-unelte, carcasele metalice ale utilajelor electrice de acționare, comandă și control vor fi protejate prin legare la pămînt și la nul cu respectarea standardelor în vigoare.

Limitele maxime admise ale curenților I considerați nepericuloși și ale rezistențelor corpului omului R pentru dimensionarea instalațiilor de protecție sînt cele arătate în tabelul 12.8.

Tabelul 12.8

Valoarea de calcul a intensităților curenților nepericuloși a rezistenței corpului

Nr. crt.	Condiții	Limite maxime admise I, în mA		Rezistența corpului R, în ohmi
		c.a.	c.c.	
1	Cazul protecției contra electrocutării prin atingere directă	10	50	1000
2	Cazul protecției contra electrocutării prin atingere indirectă	10	50	3000
3	Rezistența corpului omenesc neglijabilă față de impedanța interioară a sistemului	30	50	0

Scanned with OKEN Scanner

12.2.9. **Probleme ale protecției muncii la roboții industriali.** Cu cît cantitatea de muncă umană este mai mare în procesul de prelucrare, cu atît numărul posibil de accidente este mai mare. Acest lucru a fost verificat statistic [59].

S-a constatat astfel că, după modernizarea instalațiilor, în sensul automatizărilor transportului interoperațional, rata de apariție a accidentelor de muncă, s-a redus vizibil (fig. 12.14)

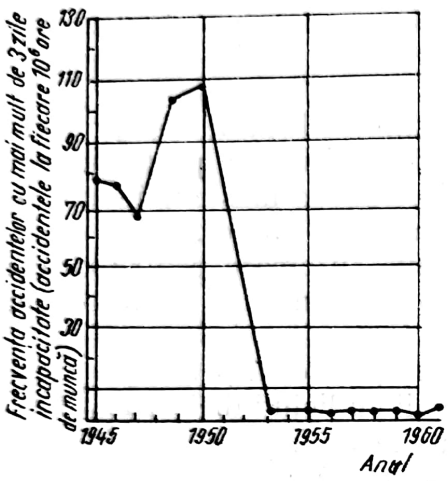


Fig. 12.14

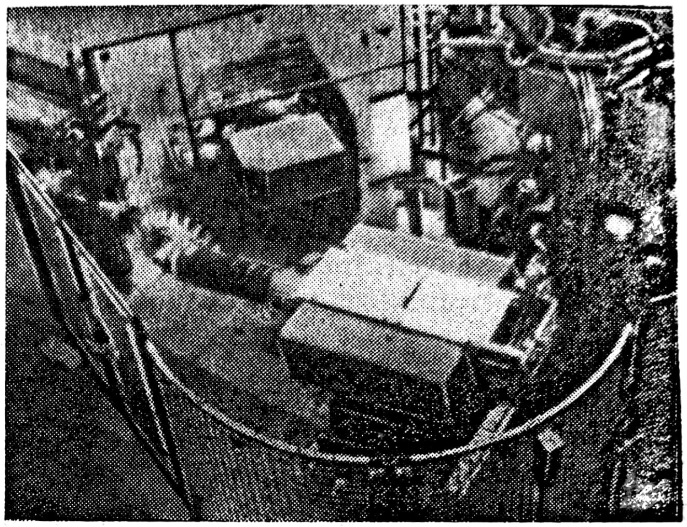


Fig. 12.15

Introducerea roboților industriali, pe lîngă avantajele economice și tehnice pe care le oferă, asigură totodată și reducerea numărului de accidente, prin eliminarea omului din spații de lucru foarte expuse acestor pericole iminente.

Este necesar însă ca — încă din faza de proiectare — să se ia unele măsuri de siguranță specifice, întrucît, datorită tactului de lucru deosebit în care sînt angrenați, roboții industriali au traiectorii din cele mai diverse, deplasîndu-se practic în toate direcțiile, cu viteze mari.

În scopul evitării accidentelor, este obligatorie îngrădirea spațiului de lucru din jurul roboților, cu grilaje de protecție [59] (fig. 12.15).

Dacă pentru personalul de deservire problema ar părea a fi rezolvată, nu același lucru se poate spune pe deplin pentru personalul de întreținere și reparații.

În scopul reducerii numărului de accidente, și în acest sector sînt necesare măsuri speciale.

12.2.10 **Linii automate.** La liniile automate pentru prelucrarea prin așchiere, acționarea se va face numai de la pupitrele de comandă.

De asemenea, spațiul în care este amplasată linia va fi în mod obligatoriu îngrădit cu garduri de protecție.

În cazul sistemelor de mașini în care între posturile de muncă este prevăzut transportul cu diferite sisteme de transport al piesei, traiectoriile acestora vor fi protejate prin garduri de protecție corespunzătoare.

Scanned with OKEN Scanner

12.2 11. **Prese.** Dispozitivele de comandă ale preselor trebuie să fie astfel amplasate și protejate, încît să împiedice declanșarea involuntară a coborîrii berbecului.

Amplasarea elementelor de comandă trebuie astfel făcută încît muncitorul în poziție normală de lucru să poată vedea zona de lucru a presei.

La presele prevăzute cu comandă manuală și cu pedală, la acționarea unui sistem trebuie să se blocheze celălalt, astfel încît atunci cînd se lucrează cu comandă manuală, organul de comandă cu piciorul să fie blocat și invers.

Comutarea pieselor de la un sistem de comandă la altul trebuie să fie posibilă numai cu o cheie specială.

Elementele de comandă ale presei vor fi astfel concepute și întreținute, încît să fie ușor de manevrat și să prezinte siguranță în exploatare.

Presele trebuie prevăzute cu dispozitive de siguranță contra repetării loviturii.

Presele cu excentric trebuie să fie prevăzute cu un dispozitiv contra repetării loviturii, acționate de axul principal în ultimul sfert de tură.

Pentru a preveni acționarea involuntară a pedalei de acționare, aceasta va fi protejată lateral și deasupra, lăsîndu-se loc numai pentru accesul piciorului.

Sistemul de comandă cu ambele mîini trebuie să fie astfel conceput, încît declanșarea lovituri să fie posibilă numai la acționarea concomitentă a ambelor elemente de comandă.

În cazul în care presa cu fricțiune poate fi reglată la declanșare cu o singură mînă sau declanșarea cu ambele mîinii, felul comenzii trebuie să se recunoască ușor printr-un indicator.

Pedala de comandă trebuie să fie ușor de comandat și să aibă o cursă moartă de cel puțin 60 mm.

Forța de apăsare pentru acționarea pedalei trebuie să fie astfel aleasă încît să nu ducă la obosirea fizică a operatorului.

Pedala de comandă a presei trebuie să fie amplasată la o înălțime de cel mult 120 mm deasupra pardoselii.

În cazul cînd presa este deservită concomitent de doi sau mai mulți muncitori, sistemul de declanșare a presei va intra în funcțiune numai dacă este comandat de toți muncitorii în același timp.

La presele unde există posibilitatea lucrului în poziție șezînd, muncitorul trebuie să aibă la dispoziție un scaun reglabil în înălțime, fiind interzise improvizațiile.

La presele manuale cu șurub, raza de acțiune a mînerului trebuie să fie protejată.

Se interzice exploatarea preselor de orice fel, dacă nu au toate dispozitivele de protecție prevăzute din fabricație, montate și în bună stare de funcționare.

În cazul utilizării ecranelor de protecție mobile, acestea trebuie să închidă complet zona periculoasă înaintea declanșării loviturii și să rămînă în această poziție pînă la terminarea cursei de coborîre.

Se vor utiliză dispozitive de protecție pentru prevenirea accidentării mîinilor, adecvate sculelor și modului de lucru utilizat.

Scanned with OKEN Scanner

12.3. Recomandări generale

Amplasarea utilajelor mașinilor și instalațiilor se va face astfel încît să se evite executarea de mișcări inutile și obositoare din partea muncitorilor care le deservesc, asigurîndu-se, totodată, libertatea lor de mișcare la locul de muncă. Muncitorilor li se vor crea posibilități de lucru în poziții corecte și comode.

În cazul în care se lucrează simultan la mai multe mașini, utilaje sau instalații, se va asigura operatorului, posibilitatea de urmărire comodă și fără pericole a funcționării acestora în condiții impuse de procesul tehnologic.

Utilajele și mașinile care în timpul exploatării prezintă pericol de accidentare pentru zonele vecine vor fi izolate de acestea prin panouri, grilaje etc.

Amplasarea organelor auxiliare și de comandă separate de utilaje se va face în așa fel încît operatorul să le poată manevra ușor și fără pericol de accidentare.

Utilajele, mașinile și instalațiile, care sînt prevăzute cu elemente de comandă sau reglare plasate în înălțime, vor fi echipate cu scări de acces și platforme prevăzute cu balustrade rezistente.

Un aspect important este legat de etanșarea capacului de protecție și acces al dulapului electric.

La demontarea, repararea și montarea mașinilor și instalațiilor, echipa va lucra sub conducereà unui maistru sau șef de echipă, instruit asupra normelor de tehnica securității și pregătit pentru executarea operațiilor ce i se încredințează.

Înainte de a se începe demontarea unei mașini, maistrul sau șeful de echipă se va asigura că mașina respectivă nu poate fi pusă în mișcare accidental.

La mașinile care au organe componente ce pot aluneca pe ghidaje verticale, trebuie luate măsuri de sprijinire a acestor organe.

După terminarea reparațiilor este interzis a se pune mașina în funcțiune înainte de a i se fi montat toate dispozitivele de protecție.

Înainte de punerea în funcțiune a unei mașini sau instalații, se va controla dacă toate uneltele, care au servit la reparație, au fost înlăturate.

După terminarea reparației, mașina sau instalația nu se va da în folosință decît după executarea recepției.

BIBLIOTECA JUDEȚEANĂ „GH ASACHI" IAȘI

BIBLIOGRAFIE

1. **Nicolae Ceaușescu,** *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate.* Vol. 4, București, Editura politică, 1970.
2. **Nicolae Ceaușescu,** *Raport la cel de al XI-lea Congres al Partidului Comunist Român,* București, Editura Politică, 1974.
3. **Engels, F.** *Opere.* Vol. 20, București, Editura Politică, 1964.
4. **Angheleșcu, V.** *Elemente de ergonomie aplicată.* București, Editura Politică, 1972.
5. **Botez, E.** *Mașini-Unelte. Bazele teoretice ale proiectării. Cinematica.* București, Editura Tehnică, 1969.
6. **Bullinger, H. J., Kern, P., Solf, J. J.** *Senkung der Unfallgefahren durch sicheren Zugriff (Reducerea pericolelor de accidentare prin intervenția sigură).* În: Werkstattstechnik, nr. 1 1980.

Scanned with OKEN Scanner

7. **Buzdugan, Gh.** *Izolarea antivibratorie a mașinilor.* București, Editura Academiei R.S.R. 1980.
8. **Christensen, E. H.** *Physiological valuation of work in nykroppa iron works.* Simposium of fatigue. London, Lewis, 1953.
9. **Chudzikiewicz, Z.** *Elementy sterowania. Parametry i zalecane wartości elementow sterowania* I.O.S., Seria Materialy instruktazowe, Kracovia, 1976.
10. **Cristian, G.** *Activitatea intelectuală în procesul muncii. Prelucrarea informațiilor și decizia.* În: Psihologia muncii industriale. București, Editura Academiei, 1967.
11. **Darabont, A., Văiteanu , D.** *Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor.* București, Editura Tehnică, 1975.
12. **Ene, P.** *Activitatea de răspuns.* În: Psihologia muncii industriale. București, Editura Academiei, 1967.
13. **Fontana, L.** *Parliamo di vibrazioni.* În: Officina, nr. 1, 1978.
14. **Gafițanu, M., Focșa, V., Merticaru, V., Biborosch, L.** *Vibrații și zgomote.* Iași, Editura Junimea, 1980.
15. **Gagné, R. M., Melton, A.** *Psychological principles in system development.* New York, Holt, Rinehart and Winston, 1966.
16. **Gedliczka, A.** *Analiza problemelor de proiectare a spațiului de lucru.* În: Materialy Instruktazowe, nr. 120, I.O.S. Kracovia, 1976.
17. **Gedliczka ,A.** *Katalog pozycji wymuszonych. Documentacja fotograficzna.* Kracovia, 1974.
18. **Golu, M.** *Percepție și activitate.* București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1971.
19. **Grandjean, E.** *Principii de ergonomie.* București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1972.
20. **Gluski, F., Gierasimiuk, J.** *Ramowe wytyczne do oceny maszyn i urdadzen technicznych pod wzgledem dostosowania ich do czlowieka.* În: Materialy do studiow i badan CIOP. Warszawa, 1970.
21. **Ionescu, I. A., Ionescu, C. I., Ispas, C.** *Forma constructivă a elementelor de comandă manuală, factor important în proiectarea ergonomică a mașinilor-unelte.* A treia Conferință de Mașini-Unelte și Scule, Institutul Politehnic , București, 1979.
22. **Ionescu, I. A., Ionescu, C. I., Lazarovici, V.,** *Analiza comparativă a amplasamentului elementelor de comandă manuală a mașinilor-unelte.* În: Creativitatea în construcția, fabricarea și exploatarea automobilelor, Pitești, 1979.
23. **Ionescu, C. I., Ionescu, I. A.,** *Considerații asupra formei elementelor de comandă manuală a mașinilor-unelte.* În: Comunicările primei sesiuni tehnico-științifice sătmărene. Satu Mare, 1979.
24. **Ionescu, C. I., Ionescu, I. A.,** *Considerații privind eforturile admisibile de acționare a elementelor de comandă manuală a mașinilor. unelte.* În: Comunicările primei sesiuni tehnico-științifice sătmărene. Satu Mare. 1979.
25. **Iosif, Gh.** *Conceptul de muncă.* În: Psihologia muncii industriale. București, Editura Didactică și pedagogică, 1976.
26. **Kellerman, F., Van Wely, P., Wielems, P.** *Vademecum ergonomics in industry.* Philips Technical Library, 1967
27. **Kroemer, H. K. E.** *Was man von Schaltern, Kurbeln und Pedalen Wissen muss.* În: Bent vertrieb G. m. b. H., Berlin 30, 1967.
28. **Krulis, I.** *Măsurarea forțelor de comandă la lucrul la strung.* În: Bezpecnost a Hygiena Prace. 22, nr. 9, Praha, 1972.
29. **Lansley, R.** *Metode de muncă și mișcările la locul de muncă.* Curs de studiul muncii, București, CEPECA, 1967.
30. **Lind, A.** *Muscular factors wich determine the cardio-vascular responses to sustained and rhytmic execrise.* Canad. Med. Ass. J. 1967, 96, 708.
31. **Lehmann, G.** *Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin.* Berlin, Urban und Schwarzenberg, 1961
32. **Maitour, L. M.** *La psychologie et les sciences humaines dans l'entreprise.* Paris, Les Edditions d'Organisations, 1967.
33. **Mc. Cormick, E.** *Human factors engineering.* Mc Graw-Hill Book Company, New York 1970.
34. **Meister, D.** *Human Factors. Theory and Practice.* Wilew Interscience, New York, 1971
35. **Montmollin, M.** *Les systèmes hommes-machines. Introduction à l'ergonomie.* Paris, Presses universitaires de France, 1967.

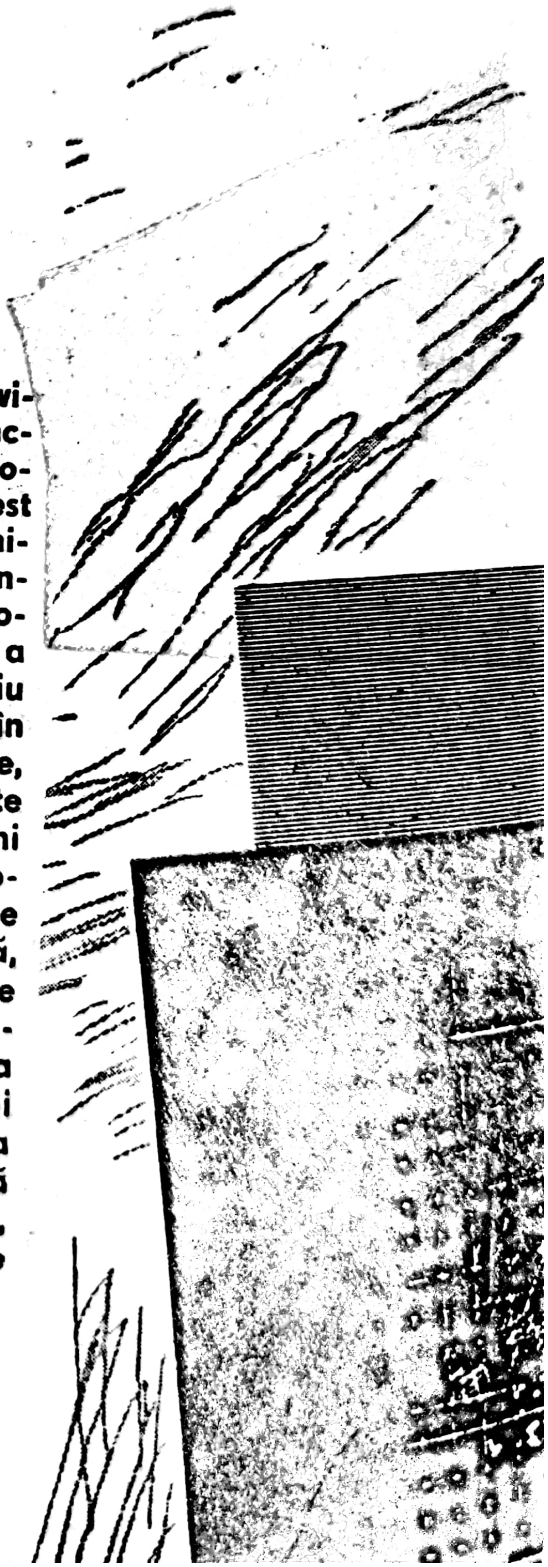
Scanned with OKEN Scanner

36. **Moraru, I., Iosif, Gh.** *Psihologia muncii industriale.* Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1976.
37. **Moraru, V., Ispas, C., Măsălar, L., Sandu I. Gh.** *Metode moderne de cercetare a maşinilor-unelte.* Institutul Politehnic Bucureşti, 1980.
38. **Moraru, V., Ispac, C., Rusu, Şt.** *Vibraţiile şi stabilitatea maşinilor-unelte.* Bucureşti, Editura Tehnică, 1982.
39. **Popescu, E., Mirea, M., Iosif, Gh., Ene, P., Cristian, G.** *Ghid ergonomic.* Cluj, Editura Dacia, 1972.
40. **Popescu, E.** *Funcţiile informaţionale ale omului.* În: Psihologia muncii industriale. Bucureşti, Editura Academiei, 1981.
41. **Pufan, P.** *Psihologia muncii.* Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1968.
42. **Pugna, I., Muţiu, C.** *Relaţia om-maşină-mediu.* Timişoara, Editura Facla, 1979.
43. **Rangu, Gh., Bojenescu, C., Popescu, C.** *Ergonomia şi progresul tehnico-ştiinţific.* Academia Ştefan Gheorghiu, Catedra Studiul Muncii, Bucureşti, 1980.
44. **Scherrer, J.** *Physiologie du travail.* Paris, Masson & Cie Editeurs, 1967.
45. **Shackel, B.** *Spravocinik po prikladkoi ergonomia.* Moscova, Maşinostroenie, 1980.
46. **Solf, J.** *Ergonomische Untersuchung und Umgestaltung einer Drehmaschine* (REFA). În: T. Z. für praktische Metallbearbeitung. 67, nr. 6, 1973.
47. **Somov, I. S.** *Hudojestvennoe konstruirovanie promîşlennih izdelii.* Moskva, Maşinostroienie, 1967.
48. **Spitzer-Hettinger.** *Les tables de Spitzer-Hettinger.* În: L'etude du travail. 1965, nr. 165, 166, 168.
49. **Vax, I.** *Hudojnik b promîşlennosti.* Moskva, Izdatelstvo „Iskutsstvo", 1965.
50. **Woodson, W. E.** *L'adaptation de la machine à l'homme — un manuel d'ergonomie.* Paris, Les Edition d'Organisations, 1959.
51. **Woodson, W. E., Conover, D. W.** *Human engineering guide for equipment designes.* Moskva, Izdatelstvo „Mir", 1968.
52. * * * *Izolarea împotriva zgomotelor* (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura Tehnică, 1968.
53. * * * *Detali i mehanizmî metallorejuscih stankov.* Tom I i II. Moskva, Maşinostroenie, 1972.
54. * * * *Analiza performanţelor actuale ale unui prototip de strung normal din familia D, în vederea elaborării unui atestat ergonomic.* I.E.M.R.C.M. şi I.C.P.M.U.A., Bucureşti, 1969.
55. * * * *Cercetări ergonomice la strungurile normale.* ICSIT „TITAN" şi I.E.M.R.C.M., Bucureşti, 1974.
56. * * * *Cztoreiek-niektore wymiary. Tablice antropometryczne wedtug Dreyfusa.* IOS, Kracovia seria Materialy Instructazowe, nr. 94, 1970.
57. * * * *Czlowiek-przestrzen-modul (Tum).* Oprac. WNITE Leningrad Techniczeskaja Estetica, 1973, nr. 9.
58. * * * *Pokyny pro navrhovami stroju a prostredi z hlediska ergonomiky.* Skoda, Plzen, 1971.
59. * * * *Industrial robots in metalworking.* În: Metalworking Engineering Marketing, september, 1981.
60. * * * *Norme de protecţie a muncii în industria construcţiilor de maşini.* M.I.C.M., Bucureşti 1974.
61. * * * STAS 8857-72. Maşini-unelte. Metodă simplificată de măsurare a nivelului de zgomot.
62. * * * STAS 1670-74. Condiţii generale pentru maşini-unelte.
63. * * * *Universal Drehmaschinen-System* DM 550640, Boehringer Prospect), Göppingen.

BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ „GH ASACHI" IAŞI

Scanned with OKEN Scanner

Ergonomia a apărut ca o necesitate a creşterii eficienţei activităţii umane în condiţiile dezvoltării economice şi sociale a omenirii.



Omul, în îndeplinirea oricărei forme de activitate, participă cu toată fiinţa sa, cu totalitatea funcţiilor sale fizice, psihice, nervoase, cerebrale şi morale, în complexitatea şi interdependenţa lor. În acest fel, asupra rezultatelor activităţii umane se manifestă foarte puternic influenţa intercondiţionării dintre om şi mediul său tehnic, fizic, organizatoric, economic şi social. Deci, pentru valorificarea optimă a calităţilor omului, se impune efectuarea unui studiu foarte precis asupra funcţiilor umane angajate în procesul muncii, în contextul ambianţei tehnologice, fizice, organizatorice, sociale etc. Prin urmare, este nevoie să se facă apel la o gamă largă de noţiuni şi principii ale ştiinţelor tehnice, economice, psihologice, fiziologice, biologice, sociologice etc. Apare necesitatea desfăşurării unei activităţi de sinteză, axată pe corelarea elementelor teoretice şi practice multidisciplinare. Acest lucru face obiectul ergonomiei. Ergonomia are legi şi principii proprii, pe baza cărora se stabilesc condiţiile de solicitare a omului în procesul muncii, în scopul valorificării optime a potenţialului uman. În ergonomie, eficienţa maximă a muncii se realizează prin adaptarea acesteia la om, prin armonizarea deplină a solicitărilor la care este supus omul cu posibilităţile sale.

Lei 23

Scanned with OKEN Scanner